COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

DISCOURS PRONONCÉS AUX OBSÈQUES DE M. BOUSSINGAULT

LE 14 MAI 1887.

Discours de M. Schlœsing,

au nom de l'Académie des Sciences.

« Messieurs,

» La mort de M. Boussingault ne frappe pas seulement sa famille : c'est un deuil pour l'Académie des Sciences, pour la France entière. Notre Confrère était de ces hommes privilégiés dont le renom universel est un sujet de gloire pour leurs concitoyens. Avec lui, une grande illustration disparaît, une grande lumière s'éteint.

» D'autres titres nous le rendaient cher. Après notre vénéré Centenaire, il était le doyen par l'âge et par l'ancienneté; nous espérions fêter dans deux années sa cinquantaine académique, et, à voir passer au milieu de nous, ferme et droit, ce beau vieillard, nous pouvions y compter. Son noble caractère était hautement apprécié parmi nous; il avait la loyauté et la bienveillance, qui sont l'apanage ordinaire de la force. Il possédait ainsi tous les droits à notre affection.

» La carrière scientifique de M. Boussingault embrasse deux tiers de siècle; elle s'étend de 1821 à 1887. Dès l'âge de 19 ans, comme il était encore élève à l'École des Mineurs de Saint-Étienne, il débuta par un Mémoire remarqué sur les combinaisons du silicium avec le platine. Peu après,

il était nommé professeur à l'École des Mines de Bogota, et s'embarquait pour l'Amérique du Sud. Avec une intelligence supérieure déjà très cultivée, un cœur intrépide, une constitution robuste et l'ardeur de la jeunesse, il avait tous les éléments du succès pour la carrière qui l'attendait. Bientôt surpris, au milieu de ses travaux, par l'insurrection que dirige Bolivar, il est entraîné dans ce grand mouvement; il est attaché à l'état-major du général en chef et prend part à ses campagnes. Après la guerre, il devient surintendant des mines de Colombie. Ingénieur ou soldat, il ne cesse de parcourir les vastes contrées qui forment le Venezuela, la Nouvelle-Grenade, la Bolivie. Il déploie une étonnante activité, une merveilleuse aptitude pour les travaux les plus variés de Géologie, Minéralogie, Chimie, Physique du globe; il gravit les géants des Andes, et établit un moment son observatoire au sommet du Chimborazo. Et pendant cette existence mouvementée, il trouve le temps d'écrire une cinquantaine de Mémoires. Le mérite de ces travaux, déjà grand, est rehaussé par les circonstances au milieu desquelles ils sont accomplis. Aussi, quand M. Boussingault revient en France, la renommée l'y a devancé; il a pris rang parmi les explorateurs célèbres et a conquis sa place à côté de Humboldt.

» De retour dans sa patrie, notre illustre Confrère ne devait pas se reposer. Il allait poursuivre la solution des plus grands problèmes de la production végétale et animale. Son union avec Mlle Le Bel, sœur d'un éminent agronome, le poussa sans doute dans cette voie. La tâche à remplir était ardue; mais M. Boussingault était déjà fait aux grandes entreprises. Avec sa sûreté de jugement habituelle, il comprit dès le principe que le développement des êtres organisés n'est, après tout, que le résultat d'additions, de soustractions ou de modifications de certaines substances; c'était donc à la lumière de la Chimie qu'il fallait étudier les phénomènes de cet ordre. Dès lors fut créée la méthode si féconde, consistant à définir par l'analyse chimique les états des êtres avant et après leur mise en expérimentation, afin qu'on puisse comparer ces états et connaître les changements survenus. C'était là, Messieurs, une véritable découverte; elle nous semble aujourd'hui bien simple, et l'on est étonné qu'elle n'ait pas vu le jour plus tôt; mais les notions simples sont toujours celles qui coûtent le plus d'effort à l'esprit humain.

» La nouvelle méthode fut mise en œuvre dans le domaine à jamais célèbre de Bechelbronn, dont M. Boussingault partagea l'exploitation avec son beau-frère, M. Le Bel. On vit alors paraître coup sur coup, en quelques

années, ces mémorables travaux sur les fourrages, la composition des récoltes, les assolements, l'alimentation du bétail et tant d'autres sujets qui ont doté la Science agronomique des données fondamentales qui lui avaient manqué jusque-là. C'est par l'analyse chimique ou, comme on l'a dit, par la balance que M. Boussingault a opéré une véritable révolution dans le monde agricole; par la balance, il est devenu le promoteur incontesté des immenses progrès dans les idées et dans les faits dont notre génération a été témoin. De cette haute situation, acquise d'emblée dès le début de ses travaux à Bechelbronn, je ne donnerai qu'une preuve : lorsque les directeurs des stations agronomiques se sont réunis au Congrès de Möckern, en 1877, leur première résolution a été d'adresser à M. Boussingault, alors en résidence au Liebfrauenberg, un télégramme qui le proclamait créateur de la première station agronomique.

» Ce nom du Liebfrauenberg réveille le souvenir d'une foule de recherches de la plus haute importance, accomplies par l'illustre Maître dans cette antique abbaye bâtie aux flancs des Vosges; il est célèbre autant que celui de Bechelbronn. Au Liebfrauenberg, M. Boussingault a étudié l'atmosphère et le sol, les deux milieux nourriciers des plantes; les fonctions des feuilles, les échanges gazeux entre l'air et le végétal pendant la fixation du carbone; la nitrification, qui est simplement une combustion de matière azotée, et beaucoup d'autres sujets qu'il serait trop long d'énumérer. Et tous ces travaux sur les matières agricoles ne parviennent pas à l'absorber. Fidèle aux premières occupations de sa jeunesse, il revient sans cesse à la Géologie, à la Métallurgie, à la Physique du globe.

» On le voit, l'œuvre de M. Boussingault est immense. L'ampleur de vues qui l'a inspirée n'a jamais fait tort aux soins minutieux de l'exécution; et, sous ce rapport encore, personne ne l'a surpassé; personne n'a été plus sévère envers soi-même, plus consciencieux, plus circonspect. M. Boussingault se livre tout entier dans ses Mémoires; il y donne la description détaillée de toutes ses opérations, afin que chacun juge du degré de confiance que méritent les résultats. Ses plus importantes découvertes sont annoncées sans la moindre emphase, dans un style simple et lucide dont il ne s'est jamais départi.

» Depuis sa rentrée en France, M. Boussingault a mené l'existence sereine qui est souvent le partage et l'une des meilleures récompenses des hommes voués à la Science. Un moment il se donna à la politique. Élu membre de la Constituante en 1848, il fut désigné par cette Assemblée pour siéger au Conseil d'État; mais les événements du 2 Décembre le

rendirent bientôt à ses études et à sa chaire du Conservatoire des Arts et Métiers. A côté des grandes et pures jouissances du savant, il a connu les plus douces joies de la famille. C'était plus que de l'affection qu'il trouvait à son foyer : il y était l'objet d'une sorte de vénération. Nous aimons à nous représenter l'agréable intérieur qui lui était fait et où nous retrouvons son fils, que l'Académie connaît et qui porte dignement son grand nom. Cette tendre sollicitude qui l'entourait avait été transmise par M[me] Boussingault à ses enfants comme un héritage. Quand le grand âge a eu raison de tous les soins qui lui étaient prodigués, il s'est éteint dans les bras des siens, doucement, sans connaître les angoisses de la fin.

» Illustre et vénéré Confrère, adieu; adieu, mon cher Maître. Au cours de ma carrière de professeur, j'ai rencontré à chaque pas l'occasion de faire admirer vos travaux, et je l'ai toujours saisie avec joie; j'ai cherché alors à enflammer la jeunesse pour la Science que vous avez illustrée, et à la pousser sur vos traces. C'était encore à moi que devait revenir le triste honneur de rappeler sur votre tombe vos titres de gloire; j'y trouve, en même temps qu'une poignante émotion, cette sorte de satisfaction qui accompagne l'accomplissement d'un pieux devoir.

» Vous avez eu dans ce monde une belle part. En établissant sur des bases inébranlables la Science agricole, noble Science entre toutes, vous lui avez ouvert l'ère des progrès; vous avez jeté les fondements d'une œuvre qui ira sans cesse se développant, et dont nous pouvons déjà apprécier la grandeur; vous avez mérité d'être appelé bienfaiteur des hommes. Votre gloire est impérissable et fera éternellement honneur à notre Patrie. »

Discours de M. Troost,

au nom du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Seine.

« Messieurs,

« Je viens, au nom du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Seine, apporter un suprême hommage au savant illustre que nous pleurons. Des voix émues vous ont retracé sa vie si bien remplie et les admirables travaux qui perpétueront sa mémoire. Elles vous ont dit les services qu'il a rendus à la Science, à l'Enseignement, à l'Agriculture; il me reste à rappeler avec quel dévouement il a mis toute la lucidité de sa belle intelligence, toutes les lumières de sa grande expérience au service

des questions d'hygiène générale qui ont de tout temps préoccupé l'opinion publique; avec quelle infatigable énergie il s'est appliqué à faire pénétrer, dans l'industrie et jusque dans la vie ordinaire, les données de la Science et toutes les applications dont elles sont susceptibles.

» M. Boussingault était professeur au Conservatoire des Arts et Métiers depuis 1837, membre de l'Académie des Sciences depuis 1839 et membre de la Société nationale d'Agriculture depuis 1842, lorsque le Conseil d'Hygiène l'appela dans son sein en 1844.

» Ses études comme ingénieur, ses explorations si mouvementées dans le Nouveau Monde, les difficultés exceptionnelles avec lesquelles il avait eu à lutter, non moins que ses travaux de Chimie pure ou appliquée, l'avaient admirablement armé pour résoudre scientifiquement les problèmes incessants que présentent l'alimentation d'une grande ville, ainsi que les maladies professionnelles ou épidémiques, et toutes les causes générales d'insalubrité susceptibles d'affecter une population aussi nombreuse, et aussi condensée, que celle du département de la Seine.

» C'est grâce à cette introduction constante des méthodes scientifiques dans les problèmes d'Hygiène que les questions soumises au Conseil ont souvent pris un caractère général, et que ses délibérations sont devenues les éléments de prescriptions administratives applicables à la France entière.

» Pendant près d'un demi-siècle, M. Boussingault s'est occupé activement de toutes les grandes questions dont le Conseil était saisi. Dans les nombreux Rapports qu'il présenta seul, ou en collaboration avec Bussy, Combes, Larrey, Payen, Peligot, Pasteur, etc., il n'a cessé de faire ressortir les principes généraux, les lois invariables d'hygiène, sur lesquels doit se baser toute réglementation sanitaire, trouvant constamment d'heureuses solutions, pour concilier les intérêts indéniables de l'industrie, avec les justes exigences de la salubrité des ateliers, et la protection que l'Administration doit à tout ce qui touche à la santé des ouvriers.

» Avec Payen, avec Chevalier, avec Cadet-Gassicourt, il a, dès les premières années, insisté sur les mesures à prendre pour conjurer les maladies professionnelles, auxquelles sont exposés tous ceux qui ont à manier le phosphore, le plomb et la céruse, le cuivre et les couleurs cupro-arsénicales, le mercure et ses amalgames.

» Avec Poggiale, avec Boudet, il a, depuis plus de trente ans, attiré l'attention des pouvoirs publics sur l'insalubrité des eaux puisées dans la Seine pour l'alimentation de la capitale. C'est par les ingénieux procédés

dont la Science lui est redevable qu'on a pu déterminer avec rigueur le degré d'altération de ces eaux, et démontrer les graves dangers qu'elles présentent pour la santé publique.

» C'est par les méthodes de M. Boussingault qu'on a pu doser, avec précision, l'ammoniaque produite par la décomposition des matières organiques que les égouts déversaient dans le fleuve, en amont des prises d'eau établies à Chaillot, à Neuilly, Auteuil, Asnières et Saint-Ouen.

» Ces observations du Conseil d'Hygiène, appuyées par M. Dumas dans le Conseil municipal, n'ont pas été sans influencer le vote des grands travaux accomplis par Belgrand, pour doter Paris du service abondant d'eaux de source dont nous jouissons aujourd'hui, et d'un réseau d'égouts destinés à débarrasser la Seine, dans la traversée de Paris, des liquides pollués qui s'y déversaient.

» Mais c'est surtout dans l'utilisation des eaux vannes et de tous les débris animaux, dans la préparation des engrais et des sels ammoniacaux, que M. Boussingault a réalisé, avec Payen, des progrès très importants pour l'hygiène de Paris, et des grandes villes en général. Leurs recherches ont été l'origine d'industries nouvelles; elles ont eu pour résultat l'utilisation, au profit de l'Agriculture, des débris animaux de toute sorte qu'on abandonnait trop souvent sur les voies publiques, où ils constituaient une cause d'infection permanente. Elles ont démontré qu'il y a un intérêt capital à ramener tous les résidus de la vie animale dans la terre, où ils deviennent une source de fécondité et de vie, au lieu de les laisser aller dans les rivières, où ils portent des germes de putréfaction et de mort.

» La compétence incontestée que ses publications lui avaient acquise sur des matières très diverses fit successivement appeler M. Boussingault dans les commissions du Conseil où l'on examinait, soit les falsifications des substances alimentaires, soit les mesures à prendre pour éviter la contagion des maladies épidémiques dans les écoles, dans les salles d'asile et dans les hôpitaux, soit le transport des malades ou la désinfection des locaux et des objets contaminés, soit enfin les avantages et les inconvénients de l'inhumation ou de la crémation des cadavres; et partout il apportait les vues les plus justes, les observations les mieux appropriées, même sur des sujets en apparence absolument étrangers à ses préoccupations habituelles.

» Les Membres du Conseil ont encore présente à l'esprit l'autorité avec laquelle, dans les discussions techniques, il élucidait les questions les plus délicates comme les plus compliquées. Sa science profonde, la rapidité de

ses conceptions, l'expérience qu'il avait acquise dans toutes les applications scientifiques, en faisaient pour nous un guide toujours sûr, toujours écouté avec une respectueuse déférence.

» M. Boussingault restera l'une des gloires du Conseil d'Hygiène et de Salubrité, qui gardera, avec un légitime orgueil, la mémoire du savant qui l'a honoré par l'élévation de son caractère, la grandeur de son intelligence et l'éclat incomparable de ses travaux.

» Au nom de tous nos Collègues, adieu, cher et illustre Maître. »

SÉANCE DU LUNDI 16 MAI 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en rappelant à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Boussingault*, Membre de la Section d'Économie rurale, décédé le 11 mai, s'exprime comme il suit :

« Messieurs,

» Il y a quinze jours, l'Académie perdait son Président et levait sa séance en signe de deuil. Aujourd'hui, nous allons encore nous séparer pour un motif aussi douloureux. Samedi dernier, en effet, nos Confrères rendaient les derniers devoirs au doyen de notre Section d'Économie rurale, M. Boussingault.

» Les obsèques de notre Confrère, par l'éclat de la représentation officielle, le grand et éminent concours qu'elles avaient attiré, ont été dignes

de sa grande illustration et des services qu'il avait rendus à la Science et au Pays.

» Parmi les nombreux discours qui ont été prononcés, je signale à l'Académie celui de M. Schlœsing qui a parlé au nom de la Section d'Économie rurale et celui de M. Troost au nom du Conseil d'hygiène. Ces deux discours figureront aux *Comptes rendus* de cette séance.

» M. Boussingault fut un grand savant, un voyageur illustre, un descendant de de Saussure, un émule de Humboldt, un collaborateur de Dumas, un maître enfin dont les travaux et les découvertes ont changé la face de la Science agronomique et lui ont donné ses bases les plus précises et les plus sûres.

» Le grand rôle qu'il a joué dans la création de cette Science avait été admirablement préparé par ce voyage, resté célèbre, dans l'Amérique équatoriale, voyage si riche en péripéties diverses, mais qui eut en définitive pour résultat de mettre le jeune et ardent savant à toutes les écoles, en présence des manifestations les plus diverses d'une nature grandiose; et, par les phénomènes dont il était témoin, les réflexions et les méditations qu'ils provoquaient chez cet esprit supérieur, de le préparer admirablement au rôle qu'il allait bientôt jouer dans la Science agronomique.

» Ce rôle, Messieurs, a été défini avec toute autorité par nos Confrères. Il s'éleva à la hauteur de celui d'un législateur. Aux données vagues, aux appréciations souvent arbitraires, M. Boussingault montra la nécessité de substituer une étude rigoureuse qualitative et pondérale des données et des résultats. C'est en appliquant lui-même les principes féconds qu'il enseignait qu'il fut conduit aux grandes découvertes auxquelles son nom restera attaché.

» Vers la fin de sa longue carrière, quand fut venu le moment de jeter un regard en arrière sur son œuvre, M. Boussingault eut la suprême satisfaction de voir que les principaux résultats de ses travaux avaient tous été confirmés, que ses vues générales étaient universellement admises, et que la Science qu'il avait tant contribué à édifier prenait un magnifique essor.

» Aujourd'hui, cette carrière si pleine est terminée. Le nom de Boussingault entre dans la postérité. Il comptera parmi les plus glorieux pour l'Académie, pour la France et pour cette Science agronomique si belle et si utile qui lui doit tant. »

La séance publique est levée, en signe de deuil, après le dépouillement de la Correspondance.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur certaines inflexions, dans la direction des sons, qui doivent parfois rendre inefficaces les signaux sonores en usage dans la navigation.* Note de M. **H. Fizeau.**

« L'opinion publique s'est émue récemment à l'occasion de plusieurs accidents d'une gravité et d'une fréquence exceptionnelles, résultant d'abordages désastreux entre des navires qui, d'ailleurs, présentaient, sous tous les rapports, les plus grandes garanties de sécurité et qui étaient munis, notamment, des puissants appareils sonores (sirènes, sifflets à vapeur, etc.) en usage aujourd'hui et qui semblaient devoir prévenir en toute circonstance de tels événements. On a fait, à cette occasion, un appel aux ingénieurs et aux physiciens, pour rechercher les causes qui ont pu rendre parfois inefficace l'emploi de ces signaux sonores dont l'utilité est, dans la plupart des cas, hors de toute discussion.

» C'est à ce point de vue que j'ai à présenter quelques remarques fondées sur les principes de l'Acoustique et qui me semblent conduire à des conséquences pratiques importantes dont l'utilité réelle pourrait être soumise dès maintenant au contrôle d'expériences directes.

» La vitesse du son varie comme la racine carrée du rapport $\frac{e}{d}$ de la force élastique à la densité du milieu. Si l'on veut considérer les effets d'un changement de température sur la vitesse du son dans une couche d'air soumise à la pression atmosphérique, on remarque que la densité varie en raison inverse du volume, lequel s'accroît de $\alpha = 0,003665$ pour chaque degré du thermomètre; en substituant le volume v à l'inverse $\frac{1}{d}$ de la densité, et considérant α comme un accroissement très petit du volume, on a précisément pour l'accroissement de la vitesse du son pour 1°

$$\tfrac{1}{2} \text{ de } \alpha \quad \text{ou} \quad 0,001833.$$

» Si donc on suppose que, dans certaines circonstances, la mer est à sa surface plus chaude que les couches d'air voisines, celles-ci par un temps calme doivent prendre dans le voisinage de l'eau plus chaude une disposition par couches de températures décroissantes, à mesure que leurs distances augmentent jusqu'à une certaine hauteur au-dessus du niveau de l'eau. C'est ce qui s'observe le plus souvent en mer *pendant la nuit,* et fréquemment aussi dans le jour par les *temps de brouillard.*

» Dans ces circonstances, qui sont précisément celles où l'on fait le plus grand usage des signaux acoustiques, les rayons sonores, destinés à se propager horizontalement dans les couches d'air voisines de la mer, subissent nécessairement par l'effet des inégalités de température dont il s'agit des vitesses inégales, les plus voisins de la surface de l'eau prenant l'avance sur ceux qui traversent les couches situées au-dessus. Or, la direction des rayons étant toujours donnée par la normale au plan tangent commun des ondes, on voit que cette direction doit s'infléchir successivement de bas en haut, tant que la propagation se continue dans une direction voisine de la direction horizontale.

» Cette inflexion des rayons sonores, peu sensible dans le voisinage de l'origine du son, augmente beaucoup avec la distance et, à quelques centaines de mètres, peut produire des effets considérables, même pour de faibles variations de température dans les couches d'air superposées. La valeur numérique du phénomène se calcule au moyen de la formule de la vitesse du son

$$V = 331^{\mathrm{m}}\sqrt{1 + 0,003665\,t},$$

d'où l'on peut déduire l'accroissement du chemin parcouru par le son pour une longueur de 1^{m} sous l'influence d'une élévation de température de $\frac{1}{10}$ de degré; on trouve ainsi

$$0^{\mathrm{m}},0001833.$$

» Si l'on suppose la température des couches d'air décroissant avec la hauteur à raison seulement de $\frac{1}{10}$ de degré par mètre, la direction supposée horizontale des rayons sonores sera relevée, pour un trajet de 1^{m}, d'un angle dont la tangente a pour valeur 0,0001833, correspondant à un angle de $37'',8$; cette déviation élémentaire continuant à se produire de la même manière pendant la propagation du son à grande distance, on voit que les rayons sonores doivent se relever proportionnellement à la distance, suivant une courbe que l'on reconnaît aisément pour une branche de parabole dont la concavité est tournée en haut.

» Les tangentes successives menées à cette courbe s'élèvent donc audessus de l'horizontale d'une quantité proportionnelle à la distance D à laquelle le son est parvenu, et le produit D × 0,0001833 donne, en chaque point, la valeur de cette tangente. On déduit facilement de là les ordonnées H de la parabole

$$H = \tfrac{1}{2}D^2 \times 0,0001833.$$

» Ce sont précisément les hauteurs auxquelles il faudrait se placer à différentes distances, pour entendre les sons qui se propageaient primitivement dans la direction horizontale, direction dans laquelle le son s'éteint presque entièrement par le phénomène dont il s'agit.

Distances horizontales à partir de l'origine des ondes sonores.	Hauteurs verticales des rayons sonores au-dessus de leur direction horizontale primitive.
m	m
10	0,009165
100	0,9165
250	5,728
500	22,91
750	51,5
1000	91,6

» On a supposé une distribution régulière de la température dans les couches inférieures de l'air, à raison de $\frac{1}{10}$ de degré de moins par chaque mètre de hauteur au-dessus de la surface de la mer, hypothèse qui paraît devoir être assez souvent au-dessous de la réalité, dans certaines saisons, par des temps de brouillard, des nuits tranquilles et une mer calme, plus chaude de quelques degrés que les couches d'air voisines. Les nombres cités peuvent donc être regardés comme des valeurs faibles qui pourraient être doublées ou triplées, si la décroissance des températures de l'air venait à atteindre $\frac{2}{10}$ ou $\frac{3}{10}$ de degré par mètre de hauteur [1].

» On voit que, dans des circonstances qui doivent se réaliser assez souvent, la propagation des ondes sonores peut donner lieu à une sorte de *mirage du son*, tout à fait analogue aux phénomènes correspondants bien connus de la lumière. Les moyens à employer pour corriger les effets de

---

[1] Des effets analogues doivent être attribués au vent direct ou contraire, avec vitesses inégales dues au frottement contre le sol des couches d'air en mouvement qui entraînent les ondes. Par le vent contraire à la direction des sons, les effets sont tout à fait semblables à ceux que l'on vient d'analyser. Par le vent de même direction que les sons, l'inégalité des vitesses des couches d'air produit un effet inverse du précédent et très favorable à l'audition à distance; c'est ce que l'expérience vulgaire a reconnu depuis longtemps. Les brusques inégalités d'intensité observées pendant les rafales s'expliquent également d'une manière satisfaisante par les changements fréquents de direction et de concentration des ondes sonores, avec des interférences variées, et plus ou moins complexes, entre les rayons réfléchis et les rayons directs. Tous ces phénomènes doivent être rapportés aux vitesses inégales de la propagation dans les couches d'air voisines, soit par l'effet de petites différences de température, soit par l'entraînement direct des sons par les couches d'air animées de vitesses différentes, soit simultanément par ces deux causes agissant à des degrés divers.

cette déviation accidentelle des signaux sonores, et obtenir par tous les temps la plus grande portée possible, se présentent d'eux-mêmes. Puisque l'on a à redouter une inflexion des sons suivant une courbe dont la concavité est tournée en haut, il doit être avantageux de placer, d'un côté le point de départ des sons, et de l'autre le point d'arrivée, à une assez grande hauteur au-dessus des couches inférieures de l'air, pour que les sons puissent suivre librement leur marche en ligne courbe, sans sortir de l'espace où ils peuvent être entendus.

» On doit considérer comme probable qu'il y aurait là un résultat important à réaliser par des moyens assez simples dont je ne puis indiquer ici que le principe, et il me sera permis d'émettre le vœu que des expériences spéciales soient faites prochainement, en pleine mer et près des côtes, dans les conditions les plus propres à utiliser dans la pratique ces indications de la théorie. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Effets des tremblements de terre sur les appareils magnétiques;* par M. **Mascart.**

« En communiquant à l'Académie les perturbations accusées par les enregistreurs magnétiques au moment du tremblement de terre du 23 février, je signalais la simultanéité imprévue des oscillations produites dans les observatoires de Perpignan, Lyon, Parc Saint-Maur (auxquels je puis ajouter Toulouse) et j'exprimais l'idée qu'il serait sans doute possible de mieux préciser les conditions du phénomène par une enquête auprès des observatoires étrangers.

» La question est moins simple qu'elle ne paraissait d'abord et quelques renseignements me manquent encore; mais, après la Note de M. Offret, je dois y revenir dès maintenant pour discuter les conditions physiques des appareils employés à l'enregistrement.

» Je ferai d'abord une remarque sur l'heure indiquée par les observateurs eux-mêmes. A Utrecht, d'après M. Snellen, Directeur de l'Institut météorologique, le phénomène a débuté à 5^h45^m (temps moyen de Paris), et non 5^h48^m.

» Pour une série d'observatoires voisins, le retard, par rapport aux stations françaises, serait donc, pour Greenwich et Kew, $+2^m$, Bruxelles, $+4^m$, Utrecht, o, Wilhelmshaven, $+6^m$. D'autre part, le début des perturbations à Vienne paraît avoir eu lieu 3^m plus tôt pour le déclinomètre que pour le barreau à suspension bifilaire qui donne les variations de la compo-

sante horizontale. Comme la plupart des observateurs n'estiment pas à moins d'une minute l'erreur possible d'appréciation du temps sur les courbes photographiques, on jugera sans doute qu'il est un peu prématuré de déduire de ces observations discordantes une vitesse quelconque de propagation.

» Il est donc nécessaire d'examiner de plus près la nature des effets produits. Toutes les observations montrent que les barreaux aimantés ont reçu plusieurs impulsions successives; or le résultat final de ces impulsions peut être très différent suivant les relations qui existent entre la période des oscillations propres des instruments, leur mode d'amortissement et les intervalles de temps qui séparent les impulsions successives.

» Si la période d'oscillation des barreaux était très courte et l'amortissement très rapide, chacune des impulsions se traduirait d'une manière indépendante, sans être troublée par le résidu des oscillations antérieures.

» Au contraire, si l'amortissement est lent ou si la période d'oscillation est de même ordre que les intervalles des impulsions, l'amplitude maximum des déviations devient un résultat très complexe, variable avec les appareils, qui peut n'avoir aucune relation simple avec l'époque et la grandeur du maximum d'impulsion. Enfin, le début même du phénomène peut être voilé si deux impulsions de sens contraires se succèdent avant que le barreau se soit déplacé d'une quantité notable.

» Que la cause soit mécanique ou électrique, il n'y a aucune raison pour qu'elle ait des composantes de même ordre de grandeur pour les trois instruments de variations. En fût-il ainsi d'ailleurs, les remarques précédentes permettent de comprendre comment il est possible que ces trois composantes ne se traduisent pas, dans un même observatoire ou dans des observatoires voisins, par des déviations de même ordre, comment le déclinomètre de Kew a pu rester à peu près immobile, tandis que celui de Greenwich a indiqué une variation de 20′ d'arc, comment enfin, à l'observatoire de Vienne, le barreau du bifilaire a pu se mettre en mouvement plusieurs minutes après le déclinomètre. Les appareils sont, en effet, de dimensions très différentes. Tandis que le déclinomètre de Kew est formé par un barreau relativement court, probablement de 10^{cm} ou 15^{cm}, le barreau de Greenwich a 2 pieds de longueur et met vingt-quatre secondes pour faire une oscillation simple.

» Dans les stations françaises que j'ai citées, les enregistreurs sont tous du même type; les barreaux du déclinomètre et du bifilaire ont 5^{cm} de longueur; ils oscillent et s'amortissent très rapidement. Si l'on met à part

la balance magnétique, pour laquelle la perturbation a été à peine appréciable, les oscillations se sont produites brusquement, comme elles le feraient par l'action d'un courant électrique. Pour d'autres observatoires, au contraire, particulièrement à Greenwich, l'inspection des courbes montre que les déviations ont été d'abord en croissant pour atteindre leur maximum au bout de quelque temps, et il n'est pas impossible que le début du phénomène échappe à l'observation. On voit, d'après cela, combien on peut commettre d'erreurs, soit sur l'époque, soit sur la grandeur des perturbations, en comparant sans une discussion attentive les résultats fournis par des appareils très différents.

» Il paraît bien certain que la simultanéité n'existe pas pour les phénomènes observés. Si elle a lieu en France avec des instruments identiques et au degré d'approximation des lectures, le retard pour les observatoires étrangers varie depuis 0^m (Utrecht), 2^m (Greenwich et Kew), 3^m (Pola), 4^m (Bruxelles et Lisbonne), 6^m (Wilhelmshaven), jusqu'à 7^m pour la composante horizontale à Vienne. J'ajouterai encore qu'aucun effet sensible n'a été constaté dans les observatoires anglais de Falmouth et de Stonyhurst, ni à l'observatoire de Pawlowsk.

» Le désaccord de tous ces résultats est manifeste; mais il paraît difficile de dégager la part qui revient aux erreurs possibles d'observation, étant données la petitesse des effets et celle qui est due à la différence considérable des instruments. Enfin, si la cause est électrique, on en ignore absolument le mécanisme; comme les courants successifs se disséminent nécessairement à partir du centre de production, on ne peut affirmer qu'à toute distance le premier effet observé corresponde à la même phase du phénomène. La question ne peut donc être résolue par l'observation avant qu'un autre événement analogue ait donné l'occasion de faire des mesures plus exactes. »

PHYSIOLOGIE. — *Conséquences physiologiques de la détermination de l'activité spécifique des échanges ou du coefficient de l'activité nutritive et respiratoire dans les muscles en repos et en travail;* par M. A. Chauveau, avec la collaboration de M. Kaufmann.

« Les expériences à l'aide desquelles ont été déterminés les coefficients qui donnent la mesure de l'activité spécifique des échanges nutritifs et respiratoires, dans le muscle releveur propre de la lèvre supérieure en re-

pos et en travail, chez le cheval (voir *Comptes rendus*, séance du 25 avril 1887, t. CIV, p. 1126), ne sont que la première ébauche d'une étude longue et difficile. Néanmoins, il est peu probable que la signification générale des résultats principaux que ces expériences ont donnés soit notablement modifiée par les recherches ultérieures. Ce qui me le fait penser, c'est que ces résultats montrent une tendance générale à témoigner dans le même sens. Aussi importe-t-il d'exposer dès maintenant les conclusions provisoires qu'on peut tirer de ces expériences, absolument comme si elles ne présentaient aucune imperfection. Ces conclusions auront tout au moins l'avantage de servir de base et de direction pour de nouveaux travaux.

» Le résumé et l'enseignement des faits vont d'abord être présentés dans une série de Tableaux. On ne se méprendra pas sur l'apparente précision des chiffres qu'ils contiennent. Je les cite tels que le calcul les a donnés. La véritable précision consistera à y substituer des nombres ronds, quand les expériences auront été suffisamment variées et multipliées. J'eusse de beaucoup préféré donner de suite ces nombres fermes. Malheureusement, je ne suis pas maître du moment où je puis faire mes expériences. Privé, à Paris, de tout moyen de travail, je suis dans la nécessité, pour poursuivre mes recherches, d'aller retrouver à Lyon mes anciens laboratoires.

A. — *Tableau de l'activité nutritive et respiratoire, rapportée à 1gr de tissu musculaire et une minute de temps, dans le muscle releveur de la lèvre supérieure du cheval.*

NUMÉROS des expériences.	POIDS du muscle.	IRRIGATION sanguine.		OXYGÈNE absorbé par le muscle.		ACIDE CARBONIQUE exhalé par le muscle (?).		SUCRE absorbé par le muscle.	
		Repos.	Travail.	Repos.	Travail.	Repos.	Travail.	Repos.	Travail.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
1........	22,55	0,115	(—) 0,586						
2........	23,80	0,084	(—) 0,611	0,00000479	0,00007148	0,00000365	0,00012534	0,00000598 (?)	0,00007026 (?)
3........	13,00	0,374	(+) 1,253	0,00001167	0,00020190	0,00001168	0,00035488	0,00006358	0,00022303
4........	21,00	0,142	(+) 0,952	0,00000419	0,00014899	0,00000518	0,00025709	0,00003976 (?)	0,00012852
Moy...	″	0,174	0,850	0,00000688	0,00014079	0,00000684	0,00024577	0,00003644	0,00014027

Le signe (—) indique une activité modérée et le signe (+) une activité énergique du muscle pendant le travail.
Le signe (?) veut dire que le coefficient en regard duquel il est placé a été établi d'après des documents dont on n'est pas sûr.

B. — *Tableau de l'activité nutritive et respiratoire du muscle releveur de la lèvre supérieure pendant une minute. Rapport de l'oxygène pris au sang par le muscle à l'oxygène contenu dans l'acide carbonique pris au muscle par le sang.*

	CONDITIONS physiologiques du muscle.	POIDS du muscle.	POIDS du sang qui traverse le muscle.	POIDS de l'oxygène cédé par le sang au muscle.	POIDS de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique cédé au sang par le muscle.	DIFFÉRENCE entre l'oxygène pris et l'oxygène cédé par le muscle.	POIDS de l'oxygène nécessaire à la combustion du carbone de la glycose cédée au muscle par le sang.
Travail.	N° 2. Fonctionnement modéré...........	gr 23,8	gr 14,54	gr 0,00170122	gr 0,00216960	gr —0,00046838	gr 0,00162152
	N° 3. Fonctionnement actif............	13,0	16,29	0,00262470	0,00335535	—0,00073065	0,00281151
	N° 4. Fonctionnement actif..............	21,0	20,0	0,00312879	0,00392661	—0,00079782	0,00261714
	Moyennes.......		16,94	0,00248490	0,00315052	—0,00066562	0,00235005
Repos.	N° 2. Inactivité en apparence complète..	23,8	2,01	0,00011400	0,00006318	+0,00005082	0,00013800
	N° 3. Inactivité en apparence complète..	13,0	4,86	0,00015210	0,00011043	+0,00004167	0,00080149
	N° 4. Inactivité en apparence complète..	21,0	2,97	0,00008799	0,00007911	+0,00000888	0,00080966
	Moyennes.		3,25	0,00011803	0,00008424	+0,00003379	0,00058305

C. — *Tableau de l'activité nutritive et respiratoire du muscle releveur propre de la lèvre supérieure pendant une minute. Rapport du carbone cédé par le muscle au sang sous forme d'acide carbonique à celui que le muscle prend au sang sous forme de glycose.*

	Conditions physiologiques du muscle.	Poids du muscle.	Poids du sang qui traverse le muscle.	Acide carbonique pris par le sang dans son passage à travers le muscle.	Glycose cédée par le sang dans son passage à travers le muscle.	Carbone contenu dans l'acide carbonique.	Carbone contenu dans la glycose.	Différence entre le carbone cédé et le carbone pris par le muscle.
Travail.	N° 2. Fonctionnement modéré.	gr 23,8	gr 14,54	gr 0,00298309	gr 0,00167218	gr 0,00081349	gr 0,00060800	gr +0,00020549
	N° 3. Fonctionnement actif..............	13,0	16,29	0,00461344	0,00289939	0,00125808	0,00105421	+0,00020387
	N° 4. Fonctionnement actif..............	21,0	20,0	0,00539889	0,00269892	0,00147228	0,00098133	+0,00049095
	Moyennes......		16,94	0,00433181	0,00242349	0,00118128	0,00088118	+0,00030610
Repos.	N° 2. Inactivité en apparence complète..	23,8	2,01	0,00008687	0,00014232	0,00002368	0,00005174	−0,00002806
	N° 3. Inactivité en apparence complète..	13,0	4,86	0,00015184	0,00082654	0,00004141	0,00030053	−0,00025912
	N° 4. Inactivité en apparence complète..	21,0	2,97	0,00010878	0,00083496	0,00002967	0,00030359	−0,00027392
	Moyennes......		3,25	0,00011589	0,00060127	0,00003160	0,00021862	−0,00018702

D. — *Tableau de l'activité nutritive et respiratoire du muscle releveur propre de la lèvre supérieure pendant une minute. — Variations de l'irrigation sanguine dans une paire de muscles (première expérience) du poids moyen de* 22gr,55 *chacun, pendant des périodes alternatives de repos et de travail.*

Poids du sang qui traverse le muscle en repos.				Poids du sang qui traverse le muscle en travail.			
1re période...	N° 1...	gr 2,83	Moyenne : gr 2,86	2e période ...	N° 1...	gr 12,50	Moyenne : gr 13,32
	N° 2...	2,66			N° 2...	14,14	
	N° 3...	3,10					
3e période (Tranquillité parfaite, somnolence)	N° 1...	1,22	Moyenne : 1,53	4e période ...	N° 1...	13,74	Moyenne : 13,57
	N° 2...	1,55			N° 2...	13,40	
	N° 3...	1,81					
5e période ...	N° 1...	2,23	Moyenne : 3,67	6e période ...	N° 1...	13,14	Moyenne : 12,94
	N° 2...	2,61			N° 2...	12,74	
	N° 3...	5,20					
	N° 4...	4,56					
	N° 5...	3,74					
Moyenne d'ensemble............			2,68	Moyenne d'ensemble............			13,27

» Extrayons de ces Tableaux les conclusions qu'entraînent les renseignements qui y sont contenus, en les supposant tous parfaitement exacts, ce qui est sûr seulement pour ceux qui concernent l'irrigation sanguine et l'absorption de l'oxygène par le muscle.

» A. *Relativement à l'activité circulatoire pendant le travail.* — 1° La quantité de sang qui passe dans *une minute* à travers le tissu musculaire en état d'activité équivaut, en moyenne, à 0,850 du poids du muscle, chez les sujets amaigris, dont les muscles ont une faible masse.

» 2° Ce coefficient peut subir des oscillations régulières commandées par les conditions physiologiques : il croît et décroît avec l'activité fonctionnelle des muscles.

» 3° Dans un même muscle accomplissant le même travail, le coefficient de l'irrigation sanguine est sensiblement constant.

» 4° Il est aussi sensiblement le même sur les sujets différents dont les muscles ont le même poids et exécutent le même travail.

» 5° Si les muscles qui accomplissent le même travail, sur deux sujets différents, n'ont pas le même poids, de grandes différences s'observent dans l'activité circulatoire spécifique ; elle s'élève considérablement dans le muscle du poids le plus faible. En sorte que, pour un même travail accompli, l'irrigation sanguine spécifique tend à être inversement proportionnelle au poids des muscles qui exécutent le travail. Autrement dit, la même somme de travail exige la même quantité de sang pour l'irrigation nutritive et respiratoire des muscles, quelle que soit la masse de ceux-ci.

» B. *Relativement à l'activité circulatoire pendant l'état de repos.* — 1° La quantité de sang qui passe dans *une minute* à travers le tissu musculaire en état d'inactivité équivaut, en moyenne, à 0,175 du poids du muscle chez les sujets amaigris. La circulation est donc près de cinq fois moins active que pendant le travail [1].

---

[1] Les expériences antérieures sur une des veines du muscle masséter avaient indiqué, pour l'activité de la circulation pendant le travail et le repos, une différence beaucoup moins grande, $\frac{3}{1}$. Il faut dire que le muscle releveur propre de la lèvre supérieure, sur lequel ont porté les expériences nouvelles, est plus complètement relâché que le masséter pendant le repos. Il faut dire aussi que le releveur se contracte plus souvent et fait probablement plus de travail par rapport à sa masse. D'autre part, les conditions d'exactitude ne sont pas aussi complètement réalisées, quand on agit sur la veine du masséter, à cause de la multiplicité des voies de dérivation du sang existant dans ce dernier muscle. Ajoutons ceci : dans le cas où la veine du masséter n'est pas liée et où le sang que l'on veut peser ou analyser est recueilli par simple ponction du

» 2° Contrairement à ce qui a lieu quand le muscle travaille, le coefficient de l'activité de la circulation varie singulièrement pendant le repos, non seulement d'un sujet à un autre, mais encore sur le même sujet, comme le montre très clairement le Tableau D. Tandis que les variations de cette activité circulatoire ne vont que de 12,50 à 14,14 dans l'état de travail, elles peuvent s'étendre de 1,22 à 5,20 dans l'état de repos, chez le même animal.

» 3° En raison de ces variations, il est difficile, peut-être impossible, de déterminer le véritable coefficient moyen de l'irrigation sanguine pendant le repos. Le chiffre 0,175, donné plus haut, ne vaut que pour les quelques cas spéciaux que l'on a rapprochés et comparés. Il est sans doute beaucoup trop fort. Comme le temps de repos complet, pendant lequel l'activité circulatoire est à son minimum, l'emporte de beaucoup en durée sur les autres périodes de repos, celles qui suivent plus ou moins immédiatement les périodes de travail, il y a lieu, selon toutes probabilités, d'abaisser considérablement le chiffre ci-dessus.

» C. *Relativement à l'absorption de l'oxygène apporté au muscle par le sang pendant le travail.* — 1° La quantité d'oxygène que le sang abandonne, en *une minute,* au tissu musculaire pendant le travail équivaut, en moyenne, à 0,00014100 du poids du muscle, chez les sujets amaigris.

» 2° Comme celui de l'irrigation sanguine, ce coefficient croît ou décroît avec l'activité fonctionnelle du tissu musculaire et tend à prendre une valeur inversement proportionnelle au poids des muscles lorsque ceux-ci font le même travail.

» 3° La quantité d'oxygène contenu dans l'acide carbonique que le sang prend au muscle est supérieure à celle que celui-ci reçoit de celui-là. Le rapport moyen de ces deux quantités est 1,223. Ainsi, d'après les nouvelles expériences sur le muscle releveur propre de la lèvre supérieure, la quantité, relativement considérable, d'oxygène absorbée par le muscle pendant le travail est insuffisante pour alimenter les combustions organiques, même réduites à celle du carbone contenu dans l'acide carbonique excrété; ce qui supposerait, conformément aux résultats des pre-

---

vaisseau, près de son embouchure dans la jugulaire, le voisinage de celle-ci expose à des erreurs, à cause du mélange possible du sang des deux vaisseaux.

C'est sans doute aux mêmes causes qu'il faut attribuer également l'énorme supériorité du rapport de l'oxygène absorbé pendant le travail à celui qui l'est pendant le repos, dans le cas des expériences actuelles.

mières recherches de Pettenkoffer et Voit sur l'air expiré, un emmagasinement d'oxygène pendant le repos du muscle, s'il était possible de compter sur l'exactitude de la détermination de l'acide carbonique du sang.

» 4° Comparé à la quantité d'oxygène nécessaire à la combustion du carbone contenu dans la glycose prise par le muscle au sang, pendant le travail, l'oxygène cédé au muscle par le sang présente un léger excédent. Le rapport est 1,057.

» D. *Relativement à l'absorption de l'oxygène apporté au muscle par le sang dans l'état de repos.* — 1° La quantité d'oxygène que le sang abandonne, en *une minute*, au tissu musculaire pendant le repos équivaut, en moyenne, à 0,0000690 du poids du muscle, c'est-à-dire que l'absorption d'oxygène par le muscle en repos s'est montrée, dans les nouvelles expériences, vingt et une fois moins active que dans le muscle en travail.

» 2° Cette différence énorme d'activité entre l'état de repos et l'état de travail s'accentue encore quand on compare ces deux états au point de vue de la production d'acide carbonique; mais cette accentuation peut fort bien n'être que le résultat des difficultés que présente la détermination rigoureusement exacte de l'acide carbonique du sang.

» 3° A l'inverse de ce qui arrive pendant le travail, tout l'oxygène absorbé par le muscle en repos ne se retrouve pas dans l'acide carbonique excrété par le muscle. L'excédent, pour la durée d'une minute, équivaut, en moyenne, à 0,0000190 du poids du muscle. C'est cet excédent qui alimente l'emmagasinement de l'oxygène pendant l'état d'inactivité du muscle.

» E. *Relativement au carbone rendu au sang sous forme d'acide carbonique et supposé brûlé pendant le travail.* — 1° La quantité de carbone brûlé, en *une minute*, par le tissu musculaire pendant le travail équivaut, en moyenne, à 0,00006700 du poids du muscle.

» 2° Cette quantité de carbone est supérieure à celle fournie par la glycose qui disparaît du sang et qui doit être évaluée à 0,00005110 du poids du muscle. L'excédent vient soit du sucre emmagasiné pendant le repos et dont il va être question ci-dessous, soit d'autres substances, principes gras ou azotés.

» F. *Relativement au carbone rendu au sang sous forme d'acide carbonique et supposé brûlé pendant l'état de repos.* — 1° La quantité de carbone brûlé, en *une minute*, par le tissu musculaire à l'état d'inactivité équivaut, en moyenne, à 0,00000190 du poids du muscle.

» 2° Contrairement à ce qui a lieu pendant le travail, la quantité de

carbone fourni au muscle en repos par la glycose qui disparaît du sang est supérieure à celle qui est transformée en acide carbonique. Il y a donc une partie de cette glycose qui n'est pas utilisée directement dans les combustions du muscle en état d'inactivité. C'est l'origine de la réserve de glycogène qui se consomme pendant le travail. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Edmond Dubois** adresse, pour les concours des prix que l'Académie décerne, avec plusieurs Ouvrages sur l'Astronomie et la Navigation dont les titres sont mentionnés au *Bulletin bibliographique*, une Note de Mécanique céleste intitulée : « La hauteur de l'atmosphère aux pôles est plus considérable qu'à l'équateur » ; une deuxième Note portant pour titre : « Nouvelle méthode pour déterminer la parallaxe de la planète Mars » ; et une troisième Note sur un théorème ayant pour énoncé : « Le demi petit axe d'une ellipse est la limite vers laquelle tend la moyenne des rayons vecteurs également distribués autour d'un foyer ».

(Renvoi aux Commissions de prix.)

M. **Émile Hébert** adresse, pour le concours du prix Bréant, un Mémoire intitulé : « L'épidémie de choléra à Audierne (Finistère) en 1885-1886 ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. **Jules Girard** adresse, pour le concours du prix Gay, un Mémoire sur la distribution de la chaleur à la surface du globe.

(Renvoi à la Commission du prix Gay.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de MM. *E. Risler* et *E. Colomb-Pradel* intitulée : « Dans quelles limites l'analyse chimique des terres peut-elle servir à déterminer les engrais dont elles ont besoin ? » (Présentée par M. Peligot.)

2° La deuxième livraison du tome III des « Annales de Mathématiques » publiées par l'Université de Virginie.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet une photographie du pic Rakata (volcan de Krakatoa), accompagnée d'une Note explicative, adressée à l'Académie par M. *Verbeek*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Barnard* (*e* 1887), *faites à l'observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

« L'annonce de la découverte de cette comète est arrivée le 14 mai, avec l'observation suivante, faite à Cambridge (États-Unis) :

1887. Mai 12, à $12^h 12^m,8$, temps moyen de Cambridge.

Æ.	$15^h 10^m 49^s,0$
Déclinaison	$-30°35'50''$

Dates. 1887.	Étoile de comparaison.		Grandeur.	✶ — ⋆. Ascension droite.	✶ — ⋆. Déclinaison.	Nombre de compar.
				m s	′ ″	
Mai 14......	*a*	14451 Arg. $Œ_2$.	9	+ 0.27,37	− 0.27,1	8:8
14......	*a*	»	9	+ 0.29,19	+ 0.12,2	8:8

Position de l'étoile de comparaison.

Dates. 1887.	Étoile de comp.	Ascension droite moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison appar. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 14..	*a*	15.13. 3,99	+2,21	−29.41.38,7	−1,7	$\frac{1}{2}$ Arg. $Œ_2$ + Gould *Zones*.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1887.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 14......	10.28.26	15.13.33,57	$\bar{1},162_n$	−29.42. 7,5	0,929
14......	10.57.56	15.13.35,39	$\bar{2},952_n$	−29.41.28,2	0,934

» Remarque. — *Mai* 14. La comète est de 13e grandeur; c'est une nébulosité ronde, de 1′ de diamètre, avec une condensation centrale assez vive, malgré la faible hauteur de l'astre au-dessus de l'horizon. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système d'équations aux dérivées partielles.* Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Hermite.

« On connaît le rôle important que joue, dans la théorie générale des équations linéaires du second ordre, l'équation différentielle du troisième ordre qui lie à la variable le quotient de deux intégrales particulières. J'ai eu besoin, pour certaines recherches, de former un système d'équations aux dérivées partielles qui se rattache de la même façon aux systèmes d'équations linéaires aux dérivées partielles de la forme suivante

$$(1)\qquad \begin{cases} r = a_1 p + a_2 q + a_3 z, \\ t = b_1 p + b_2 q + b_3 z, \\ s = c_1 p + c_2 q + c_3 z, \end{cases}$$

où

$$p = \frac{\partial z}{\partial x}, \quad q = \frac{\partial z}{\partial y}, \quad r = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \quad s = \frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y}, \quad t = \frac{\partial^2 z}{\partial y^2},$$

et où les a, b, c sont des fonctions des variables x, y.

» Supposons que les conditions d'intégrabilité $\frac{\partial r}{\partial y} = \frac{\partial s}{\partial x}$, $\frac{\partial s}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial x}$ soient satisfaites identiquement; le système (1) admettra trois intégrales linéairement indépendantes ω_1, ω_2, ω_3, et l'on obtiendra l'intégrale générale en prenant

$$z = C_1 \omega_1 + C_2 \omega_2 + C_3 \omega_3,$$

C_1, C_2, C_3 désignant trois constantes arbitraires (voir APPELL, *Journal de Mathématiques*, 3e série, t. VIII, p. 192; 1882). Posons

$$u = \frac{\omega_2}{\omega_1}, \qquad v = \frac{\omega_3}{\omega_1};$$

on obtient comme il suit un système d'équations aux dérivées partielles permettant de définir directement u et v comme fonctions des variables x et y. Il remarque pour cela que, si dans les équations (1) on pose

$$z = uZ \qquad \text{ou} \qquad z = vZ,$$

les nouvelles équations analogues aux équations (1), que l'on obtient ainsi, devront admettre une intégrale commune avec les équations (1). On

déduit, par un calcul bien simple, que u et v devront vérifier l'équation aux dérivées partielles

$$
(2)\quad \left\{
\begin{aligned}
&\frac{\partial^2\pi}{\partial x^2}\left(\frac{\partial\pi}{\partial y}\right)^2+\frac{\partial^2\pi}{\partial y^2}\left(\frac{\partial\pi}{\partial x}\right)^2-2\frac{\partial\pi}{\partial x}\frac{\partial\pi}{\partial y}\frac{\partial^2\pi}{\partial x\,\partial y}\\
&\quad=\mathrm{A}\left(\frac{\partial\pi}{\partial x}\right)^3+\mathrm{B}\left(\frac{\partial\pi}{\partial x}\right)^3\frac{\partial\pi}{\partial y}+\mathrm{C}\frac{\partial\pi}{\partial x}\left(\frac{\partial\pi}{\partial y}\right)^2+\mathrm{D}\left(\frac{\partial\pi}{\partial y}\right)^3,
\end{aligned}
\right.
$$

où

$$\mathrm{A}=b_1,\qquad \mathrm{B}=b_2-2c_1,\qquad \mathrm{C}=a_1-2c_2,\qquad \mathrm{D}=a_2.$$

» La composition de cette équation aux dérivées partielles est bien aisée à retenir. Le premier membre n'est autre chose que le premier membre de l'équation aux dérivées partielles des surfaces conoïdes; quant aux coefficients A, B, C, D, ce sont des invariants du système (1), relativement au changement de fonction inconnue $z=\pi\times\mathrm{Z}$.

» D'un autre côté, λ et μ désignant deux constantes, $\lambda u+\mu v$ devra aussi vérifier l'équation (2). En remplaçant π par $\lambda u+\mu v$ dans cette équation et en égalant à zéro les coefficients de λ^3, $\lambda^2\mu$, $\lambda\mu^2$, μ^3, nous obtenons par conséquent un système de quatre équations aux dérivées partielles du second ordre, qui sont vérifiées par les fonctions u et v. On peut remplacer ce système par un système équivalent, qui est linéaire par rapport à chacune des fonctions u, v séparément,

$$
(3)\quad \left\{
\begin{aligned}
&\frac{\partial v}{\partial y}\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}-\frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}=\mathrm{A}\Delta,\\
&\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}-\frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+2\left(\frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial^2 v}{\partial x\,\partial y}-\frac{\partial v}{\partial y}\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}\right)=\mathrm{B}\Delta,\\
&\frac{\partial v}{\partial y}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}-\frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+2\left(\frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}-\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial^2 v}{\partial x\,\partial y}\right)=\mathrm{C}\Delta,\\
&\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}-\frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=\mathrm{D}\Delta,
\end{aligned}
\right.
$$

où

$$\Delta=\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial y}.$$

» Des équations (3) nous déduisons $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$, $\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}$ en fonction de $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$, $\frac{\partial v}{\partial x}$, $\frac{\partial v}{\partial y}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}$, $\frac{\partial^2 v}{\partial x\,\partial y}$, pourvu que le déterminant fonctionnel Δ ne soit pas nul, et il est bien aisé de prouver que ce déterminant ne peut être nul identiquement. Si l'on différentie ensuite les quatre équations (3) par rapport à x et à y, on déduira des nouvelles équations les dérivées par-

tielles $\frac{\partial^3 u}{\partial x^2 \partial y}$, $\frac{\partial^3 u}{\partial x \partial y^2}$, $\frac{\partial^3 v}{\partial x^2 \partial y}$, $\frac{\partial^3 v}{\partial x \partial y^2}$ en fonction des précédentes, et l'on pourra former un système de huit équations aux différentielles totales du premier ordre, où les inconnues seront u, v, $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}$, $\frac{\partial v}{\partial x}$, $\frac{\partial v}{\partial y}$, $\frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y}$. Si les conditions d'intégrabilité de ce système sont satisfaites identiquement, l'intégrale générale contiendra huit constantes arbitraires. Mais nous savons *a priori* que les fonctions u et v dépendent de huit constantes arbitraires. Il est donc nécessaire que ces conditions d'intégrabilité soient satisfaites identiquement, et l'on aura, par conséquent, l'intégrale générale des équations (3) en prenant

$$u = \frac{l\omega_1 + m\omega_2 + n\omega_3}{l'\omega_1 + m'\omega_2 + n'\omega_3}, \qquad v = \frac{l_1\omega_1 + m_1\omega_2 + n_1\omega_3}{l'\omega_1 + m'\omega_2 + n'\omega_3},$$

$l, m, n, \ldots$ désignant des constantes arbitraires. Il est aisé de vérifier que les équations (3) ne changent pas quand on effectue sur u et v une substitution linéaire quelconque

$$u' = \frac{lu + mv + n}{l'u + m'v + n'}, \qquad v' = \frac{l_1 u + m_1 v + n_1}{l'u + m'v + n'}.$$

Il est intéressant de remarquer que, lorsqu'on prend u et v pour variables indépendantes, l'équation (2) se réduit à l'équation aux dérivées partielles des surfaces conoïdes, de sorte que l'intégrale générale sera donnée par la relation

$$u\varphi(\varpi) + v\psi(\varpi) = 1,$$

φ et ψ désignant deux fonctions arbitraires.

» Si l'on considère maintenant x et y comme fonctions de u et de v, on a tout pareillement deux systèmes équivalents d'équations aux dérivées partielles du second ordre. Dans l'un d'eux, les premiers membres sont identiques aux premiers membres des équations (3), sauf le changement de u, v en x, y; mais les seconds membres sont un peu plus compliqués. Les équations (3) et les équations inverses permettent de traiter un grand nombre de questions relatives aux équations (1). En particulier, on peut s'en servir pour former les systèmes (1), où les a, b, c sont des fonctions rationnelles des variables x, y, et dont l'intégrale générale se compose de fonctions algébriques de ces deux variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les péninvariants des formes binaires.* Note de M. M. d'Ocagne, présentée par M. Poincaré.

« M. R. Perrin, généralisant un théorème que j'ai eu récemment l'honneur de présenter à l'Académie ([1]), a démontré cette belle proposition ([2]) :

» *Si l'on considère a_0 comme une fonction d'une variable fictive ζ, dont les dérivées successives par rapport à ζ seraient a_1, a_2, a_3, ..., l'expression*

$$[\varpi_p, \varpi_q]_r = p^r \varpi_p \frac{d^r \varpi_q}{d\zeta^q} - \frac{r}{1} p^{r-1} q \frac{d\varpi_p}{d\zeta} \frac{d^{r-1}\varpi_q}{d\zeta^{r-1}} + \frac{r(r-1)}{1.2} p^{r-2} q^2 \frac{d^2\varpi_p}{d\zeta^2} \frac{d^{r-2}\varpi_q}{d\zeta^{r-2}} - \ldots,$$

formée au moyen des péninvariants ϖ_p et ϖ_q de la forme binaire

$$(a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n)(x, y)^n,$$

est aussi un péninvariant de cette forme.

» L'intérêt qui s'attache à la considération de l'algorithme $[\varpi_p, \varpi_q]_r$ a été mis en relief, dans la Note même de M. Perrin, par des exemples nombreux et bien choisis. Il semble donc que ce nouvel algorithme soit appelé à jouer un rôle important dans la théorie des formes. Cela m'engage à en signaler la propriété suivante :

» *Si dans l'expression $[\varpi_p, \varpi_q]_r$, déduite des péninvariants ϖ_p et ϖ_q, on remplace, simultanément ou séparément (pour $i = 0, 1, 2, \ldots$), $\frac{d^i\varpi_p}{d\zeta^i}$ et $\frac{d^i\varpi_q}{d\zeta^i}$ respectivement par*

$$\varpi_p \frac{d^{i+1}\varpi_p}{d\zeta^{i+1}} - \frac{d\varpi_p}{d\zeta}\frac{d^i\varpi_p}{d\zeta^i} \quad \text{et} \quad \varpi_q \frac{d^{i+1}\varpi_q}{d\zeta^{i+1}} - \frac{d\varpi_q}{d\zeta}\frac{d^i\varpi_q}{d\zeta^i},$$

on obtient encore un péninvariant de la forme binaire $(a_0, a_1, \ldots, a_n)(x, y)^n$.

» Je poserai d'une manière générale

$$\varpi_p \varpi_p^{(i+1)} - \varpi'_p \varpi_p^{(i)} = (\varpi_p)^{(i)}, \qquad \varpi_q \varpi_q^{(i+1)} - \varpi'_q \varpi_q^{(i)} = (\varpi_q)^{(i)}.$$

([1]) *Comptes rendus*, même tome, p. 961.

([2]) *Ibid.*, p. 1097.

» Dès lors, les expressions qui viennent d'être définies pourront s'écrire symboliquement

$$[(\varpi_p), \quad (\varpi_q)]_r, \quad [(\varpi_p), \varpi_q]_r, \quad [\varpi_p, (\varpi_q)]_r.$$

» Pour démontrer le théorème qui vient d'être énoncé, je remarquerai que, en posant

$$\begin{aligned} A_i &= (p C_r^{i+1} - q C_r^i) p^i q^{r-i} \varpi_p^{(r-i)} \varpi_q^{(i+1)} \varpi_q, \\ B_i &= C_r^i (p+q) p^i q^{r-i} \varpi_p^{(r-i)} \varpi_q^{(i)} \varpi_q', \\ C_i &= (p+q) C_r^i (\varpi_q \varpi_q^{(i+1)} - \varpi_q \varpi_q^{(i)}) p^i q^{r-i} \varpi^{(r-i)}, \\ D_i &= -C_{r+1}^{i+1} p^{i+1} q^{r-i} \varpi_p^{(r-i)} \varpi_q^{(i+1)} \varpi_q, \end{aligned}$$

on a identiquement, comme on le vérifie aisément,

$$A_i + B_i + C_i + D_i = 0.$$

» Or

A_i est le terme général de $q\varpi_q \dfrac{d[\varpi_p, \varpi_q]_r}{d\zeta}$,

B_i » » $-(p+q)\varpi_q'[\varpi_p, \varpi_q]_r$,

C_i » » $-(p+q)[\varpi_p, (\varpi_q)]_r$,

D_i » » $-\varpi_q[\varpi_p, \varpi_q]_{r+1}$.

» On a donc identiquement

$$q\varpi_q \frac{d[\varpi_p, \varpi_q]_r}{d\zeta} - (p+q)\varpi_q'[\varpi_p, \varpi_q]_r - (p+q)[\varpi_p, (\varpi_q)]_r - \varpi_q[\varpi_p, \varpi_q]_{r+1} = 0.$$

» Mais, avec la notation de M. Perrin,

$$q\varpi_q \frac{d[\varpi_p, \varpi_q]_r}{d\zeta} - (p+q)\varpi_q'[\varpi_p, \varpi_q]_r = [(\varpi_p, \varpi_q)_r, \varpi_q]_1.$$

» Donc, l'identité précédente peut s'écrire

$$(p+q)[\varpi_p, (\varpi_q)]_r = [(\varpi_p, \varpi_q)_r, \varpi_q]_1 - \varpi_q[\varpi_p, \varpi_q]_{r+1},$$

et, comme ϖ_q, $[\varpi_p, \varpi_q]_{r+1}$ et $[(\varpi_p, \varpi_q)_r, \varpi_q]_1$ sont des péninvariants de la forme $(a_0, a_1, \ldots, a_n)(x, y)^n$, il en est de même de $[\varpi_p, (\varpi_q)]_r$; par suite aussi, de $[(\varpi_p), \varpi_q]_r$. Partant de ce dernier résultat, et refaisant le calcul qui vient d'être indiqué, en écrivant, pour toute valeur de i, $(\varpi_p)^{(i)}$ au lieu de $\varpi_p^{(i)}$, on voit de même que $[(\varpi_p), (\varpi_q)]_r$ est aussi un péninvariant de la forme considérée, ce qui démontre le théorème énoncé. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination directe du coefficient différentiel* $\frac{dp}{dt}$, *relatif aux vapeurs saturées*. Note de M. **A. Perot**, présentée par M. Lippmann.

« La relation bien connue

$$L = \frac{1}{E} T(u' - u) \frac{dp}{dt},$$

obtenue en appliquant à un mélange d'un liquide et de sa vapeur le principe de l'équivalence et le principe de Carnot, peut servir, comme je l'ai rappelé antérieurement (¹), à déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur.

» Dans le but d'obtenir cette quantité avec un degré d'approximation connu, j'ai entrepris de mesurer, sur un même échantillon d'éther pur, à la température de 30°, les différents paramètres entrant dans la relation précédente, soit u', u, L et $\frac{dp}{dt}$. Pour déterminer $\frac{dp}{dt}$, j'ai employé une méthode particulière, permettant de mesurer séparément les deux quantités correspondantes dp et dt.

» Imaginons que l'on cherche à déterminer la tension de vapeur d'un corps par la méthode de l'ébullition avec l'appareil de Regnault, et supposons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse d'un corps dont la tension de vapeur, à la température de l'expérience, soit inférieure à la pression atmosphérique. S'il existe dans l'appareil une rentrée d'air lente, on verra graduellement la pression augmenter et la température s'élever, de telle sorte que ces deux quantités seront fonction du temps.

» Considérant un intervalle de temps infiniment petit $d\theta$, on pourra écrire

$$dp = k\,d\theta,$$
$$dt = k'd\theta,$$

k et k' étant les vitesses $\frac{dp}{d\theta}$ et $\frac{dt}{d\theta}$ de variation de la pression et de la tempé-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1369.

rature. Comme t n'est fonction que de p,

$$\frac{dp}{dt} = \frac{k}{k'}$$

» Si l'expérience montre que ces vitesses varient très lentement, on pourra, au lieu de variations infiniment petites, considérer des variations finies, mais très petites, c'est-à-dire écrire

[1] $$\Delta p = k\,\Delta\theta, \qquad \Delta t = k'\,\Delta\theta,$$

et le rapport $\frac{k}{k'}$ pourra être mesuré directement. Soient θ_1 le temps nécessaire pour que la pression augmente de $0^{cm},1$; θ_2 celui qui correspond à une élévation de température de $0°,1$; on aura

$$0,1 = k\theta_1, \qquad 0,1 = k'\theta_2;$$

d'où

$$k\theta_1 = k'\theta_2, \qquad \frac{k}{k'} = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{dp}{dt}.$$

On n'a donc à mesurer que le rapport de deux temps, quantité indépendante de la marche du chronomètre.

» La rentrée de l'air dans l'appareil que j'ai employé se faisait par un tube capillaire, très fin. J'ai d'abord cherché comment variaient les coefficients k et k', c'est-à-dire $\frac{1}{\theta_1}$ et $\frac{1}{\theta_2}$, lorsque le temps croissait, et je me suis convaincu qu'on peut, en toute rigueur, considérer k et k' comme constants et appliquer les équations [1] pour des variations considérables de pression.

» Voici les résultats d'une expérience :

Manomètre (millimètres).	65	64	63	62	61	60	59	58	57
Temps (secondes).......	155	238	324	408	492	576	662	745	829
Différences.........	83	86	84	84	84	86	83	84	

Moyenne des différences 84,25

Thermomètre (degrés).....	29,40	29,50	29,60	29,70	29,80
Temps (secondes).........	315	518	708	904	1099
Différences..........	197	196	196	195	

Moyenne des différences 196

Température moyenne............ 29,60

» On voit que, pour des variations de θ_1 correspondant à une baisse

maximum de 8^{mm} du manomètre, je me suis trouvé dans les conditions indiquées ci-dessus.

» Il suffit alors d'écrire qu'à $29°,60$, température moyenne observée, on a [1]

$$\frac{dp}{dt} = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{196}{84,25}.$$

» Les indications du manomètre sont instantanées, celles du thermomètre ne le sont pas; mais, la température variant avec régularité, il doit s'établir un régime permanent dans lequel le retard de l'instrument est constant. De plus, on est maître de la valeur de ce retard constant; car, en diminuant la vitesse de rentrée de l'air dans l'appareil, on peut faire varier la température avec autant de lenteur qu'on le veut. Comme on n'a à constater que des variations de température, on n'aura pas à s'en préoccuper.

» La méthode consiste alors à mesurer avec un chronomètre à pointage, ou tout autre appareil permettant d'enregistrer les temps, les durées nécessaires pour obtenir, d'une part, une augmentation de pression de $0^{cm},1$ de mercure, et, de l'autre, une élévation de température de $0°,1$; le quotient de ces deux temps donne $\frac{dp}{dt}$ exprimé en centimètres de mercure.

» L'avantage de cette méthode est de n'obliger qu'à apprécier le moment où une colonne mercurielle affleure une division; par conséquent, de dispenser de l'évaluation toujours délicate des fractions de division : le thermomètre et le manomètre étant gradués sur tige, cette constatation est facile. La précision est illimitée; car, en diminuant la vitesse de rentrée de l'air, on augmente les temps à observer, c'est-à-dire les deux termes du rapport $\frac{dp}{dt}$.

» Les déterminations ont été faites de 29° à 31°; elles peuvent être, *dans cet intervalle*, représentées par la formule suivante :

$$\frac{dp}{dt} = 2,2750 + (t - 29)0,0834.$$

» Voici les résultats de la comparaison des nombres calculés à l'aide de cette formule et des résultats expérimentaux :

---

(1) Je ne parle pas des corrections ordinaires qu'il faut en outre effectuer.

Température.	$\frac{dp}{dt}$ observé.	$\frac{dp}{dt}$ calculé.	Différence.
°			
29.01	2,2770	2,2758	+0,0012
29.51	2,3171	2,3168	+0,0003
29.61	2,3252	2,3258	−0,0006
29.91	2,3505	2,3508	−0,0003
30.11	2,3677	2,3675	+0,0002
30.21	2,3757	2,3758	−0,0001
31.01	2,4422	2,4426	−0,0004

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations diurnes intertropicales et variations annuelles du magnétisme terrestre.* Deuxième Note de M. **Ch. Lagrange**, transmise par M. Faye.

« Prenons les deux stations intertropicales de Bombay et de Sainte-Hélène, situées à peu près à égale distance de part et d'autre de l'équateur. Nous pouvons remarquer que, pour la plus grande distance du Soleil (décembre à Bombay, juin à Sainte-Hélène), le plan du courant se déplace, conformément à la loi établie, dans le sens des aiguilles d'une montre à Bombay, en sens inverse à Sainte-Hélène. On a, en effet, aux différentes heures, pour l'angle ξ de la trace de ce plan et du méridien magnétique (*voir* la première Note, séance du 9 mai, p. 1272) :

Bombay (¹).

	0 h.		3 h.		6 h.		9 h.	
Juin	$\frac{3\pi}{2} - 7°8'$	$\frac{3\pi}{2}$	$\frac{3\pi}{2} + 3°59'$		$\frac{3\pi}{2} + 43°16'$	0°	$\frac{\pi}{2} + 5°34'$	
	12 h.		15 h.		18 h.		21 h.	
	$\frac{\pi}{2} - 4°59'$		$\frac{\pi}{2} + 24°29'$	π	$\frac{3\pi}{2} - 5°33'$		$\frac{3\pi}{2} - 4°39'$	

Sainte-Hélène (²).

	0 h.		3 h.		6 h.		9 h.	
Décembre	$\frac{\pi}{2} - 5°38'$		$\frac{\pi}{2} - 13°38'$	0°	$\frac{3\pi}{2} + 50°29'$		$\frac{3\pi}{2} + 12°47'$	$\frac{3\pi}{2}$
	12 h.		15 h.		19 h.		21 h.	
	$\frac{3\pi}{2} - 2°19'$		$\frac{3\pi}{2} - 7°36'$		$\frac{3\pi}{2} - 40°58'$	π	$\frac{\pi}{2} + 10°37'$	

(¹) *Bombay magn. and meteor. Obs.*, 1879-82. App. I to V, by Ch. Chambers, p. [99] et [168]; 1883. Les heures des observations de Bombay sont de douze minutes supérieures aux heures du Tableau.

(²) *Santa-Helena magn. and meteor. Obs.*, by Sabine, p. 29 et 46; 1840-43.

mais on est frappé en même temps du changement brusque, dans des sens diamétralement opposés, de la trace du plan, de 6^h à 9^h et de 15^h à 18^h à Bombay; de 3^h à 6^h et de 18^h à 21^h à Sainte-Hélène. Prenons maintenant les mois où le Soleil est à peu près au zénith de ces stations; nous obtiendrons pour les valeurs de ξ :

Bombay.

	0 h.	3 h.	6 h.	9 h.	12 h.	15 h.	18 h.	21 h.
Mai	$\frac{3\pi}{2} - 8°43'$	$\frac{3\pi}{2} - 14°35'$	$\frac{3\pi}{2} - 60°57'$	$\frac{\pi}{2} + 22°15'$	$\frac{\pi}{2} - 32°42'$	$\frac{\pi}{2} - 45°\ 0'$	$\frac{3\pi}{2} + 1°\ 7'$	$\frac{3\pi}{2} + 6°43'$
Juin	$\frac{3\pi}{2} - 9°42'$	$\frac{3\pi}{2} - 20°30'$	$\frac{3\pi}{2} - 67°19'$	$\frac{\pi}{2} + 29°55'$	$\frac{\pi}{2} - 33°44'$	$\frac{\pi}{2} - 60°33'$	$\frac{3\pi}{2} + 3°\ 6'$	$\frac{3\pi}{2} + 11°15'$

Sainte-Hélène.

	0 h.	3 h.	6 h.	9 h.	12 h.	15 h.	18 h.	21 h.
Novembre .	$\frac{\pi}{2} + 30°15'$	$\frac{\pi}{2} + 5°\ 2'$	$\frac{3\pi}{2} + 5°32'$	$\frac{3\pi}{2} - 19°53'$	$\frac{3\pi}{2} - 22°43'$	$\frac{3\pi}{2} + 4°\ 5'$	$\frac{3\pi}{2} + 41°\ 0'$	$\frac{\pi}{2} - 37°44'$
Décembre..	$\frac{\pi}{2} + 22°59'$	$\frac{\pi}{2} - 12°\ 5'$	$\frac{3\pi}{2} + 6°15'$	$\frac{3\pi}{2} - 24°14'$	$\frac{3\pi}{2} - 21°\ 0'$	$\frac{3\pi}{2} + 3°58'$	$\frac{3\pi}{2} + 54°28'$	$\frac{\pi}{2} - 34°45'$

» Ainsi, pendant toute l'année, des changements rapides de la trace du plan du courant en sens diamétralement opposés se produisent dans les stations intertropicales. Les heures de ces changements restent les mêmes pour chaque station. Les valeurs de ξ indiquent qu'à Bombay la résultante des courants est atmosphérique, à Sainte-Hélène, terrestre (comme au Cap). Les courants marchent de l'est à l'ouest du matin jusque dans l'après-midi, de l'ouest vers l'est dans la soirée et la nuit. Il faut en conclure que *la région du potentiel maximum est en arrière du Soleil dans sa marche diurne,* fait qui concourt avec la déviation due à l'action de la Terre pour produire l'effet que résume la deuxième loi.

» *Variations annuelles.* — J'ai calculé, comme je l'avais fait pour les variations diurnes, la trace sur l'horizon du plan du courant qui dévie l'aiguille de sa position séculaire à sa position annuelle. Voici les valeurs de ξ pour les stations de Toronto et Hobartown (¹), placées dans les régions moyennes et à égales distances de l'équateur :

Toronto.

Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
$\frac{3\pi}{2} - 34°24'$	$\frac{3\pi}{2} - 3°24'$	$\frac{\pi}{2} - 12°25'$	$\frac{\pi}{2} - 52°\ 5'$	$\frac{\pi}{2} - 5°56'$	$\frac{\pi}{2} - 2°22'$
Juillet.	**Août.**	**Septembre.**	**Octobre.**	**Novembre.**	**Décembre.**
$\frac{\pi}{2} + 5°16'$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{3\pi}{2} + 24°\ 7'$	$\frac{3\pi}{2} + 0°26'$	$\frac{3\pi}{2} - 1°31'$	$\frac{3\pi}{2} - 70°20'$

(¹) *Toronto magn. Obs.*, p. VIII et XCI; 1843-45. *Hobartown,* Vol. II, p. IV et XII. J'ai corrigé les moyennes mensuelles de la variation séculaire.

Hobartown.

Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai	Juin.
$\frac{\pi}{2} - 9^\circ 51'$	$\frac{\pi}{2} - 1^\circ 39'$	$\frac{3\pi}{2} - 73^\circ 25'$	$\frac{3\pi}{2} - 31^\circ 18'$	$\frac{3\pi}{2} - 54^\circ 16'$	$\frac{3\pi}{2} - 22^\circ 58'$
Juillet.	**Août.**	**Septembre.**	**Octobre.**	**Novembre.**	**Décembre.**
$\frac{3\pi}{2} - 80^\circ 30'$	$\frac{3\pi}{2} - 19^\circ 30'$	$\frac{3\pi}{2} + 59^\circ 31'$	$\frac{3\pi}{2} + 16^\circ 26'$	$\frac{3\pi}{2} + 42^\circ 57'$	$\frac{\pi}{2} - 42^\circ 4'$

» A Toronto, la trace du plan change brusquement de direction, en sens diamétralement opposés, aux équinoxes; à Hobartown, ces changements brusques ont lieu à l'équinoxe du printemps et au solstice d'hiver, et en outre, pendant les périodes correspondantes, les directions des courants oscillent autour de $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{3\pi}{2}$. Les directions moyennes sont dans les différentes saisons, à Toronto et à Hobartown :

	Été.	Automne.	Hiver.	Printemps.
Toronto.......	$\frac{\pi}{2} + 0^\circ 6'$	$\frac{3\pi}{2} + 7^\circ 41'$	$\frac{3\pi}{2} - 35^\circ 63'$	$\frac{\pi}{2} - 23^\circ 28'$
Hobarton......	$\frac{\pi}{2} - 17^\circ 40'$	$\frac{3\pi}{2} + 43^\circ 34'$	$\frac{3\pi}{2} - 40^\circ 59'$	$\frac{3\pi}{2} + 39^\circ 38'$

» Ces nombres signifient que les courants annuels s'écartent peu, en moyenne, de la direction perpendiculaire aux méridiens magnétiques; ces courants, supposés marcher toujours de l'est à l'ouest, ont, en hiver, leur résultante au-dessus de la surface de la Terre; en été, au-dessous. Des deux saisons de transition, l'automne a le régime magnétique de l'hiver sur les deux hémisphères, le printemps commence l'été sur l'hémisphère nord et finit l'hiver sur l'hémisphère sud, en prenant pour types les deux stations de Toronto et Hobartown. *Il existe*, d'après cela, *dans l'atmosphère et dans la terre un système de courants marchant de l'est à l'ouest, dont les couches de plus grande intensité* (*ou du moins les couches d'action résultante sur l'aiguille*) *pénètrent l'atmosphère et s'abaissent pendant la saison chaude jusque sous la surface terrestre, pour se relever ensuite dans la saison froide.* (Ce système paraît prouver la réalité du système général des courants d'Ampère, *étendu à la terre et à l'atmosphère*.) L'existence de ces courants étant ainsi établie par les observations, on peut, en réservant la question de la conductibilité des conducteurs, et en se rappelant que l'énergie calorifique d'un courant croît avec son intensité et avec la résistance du conducteur qu'il parcourt, tirer les conséquences suivantes : 1° la pénétration des couches inférieures de l'atmosphère par des couches de plus grande intensité des

courants annuels et l'accroissement simultané de la température se présentent dans une relation de cause à effet; 2° l'existence des courants dans l'atmosphère entraîne comme conséquence, pour la raison rappelée plus haut, une diminution de la température avec la hauteur.

» Les courants, tels qu'ils sont mis en évidence par les observations magnétiques, sont, par conséquent, un des facteurs du système thermique du globe. Peut-être même sont-ils le facteur principal. Cette induction est confirmée par un autre fait de la Physique terrestre qui, jusqu'à présent, n'a pas, je pense, reçu d'explication satisfaisante : les courants dont nous nous occupons doivent, par l'action (séculaire) de la Terre, tendre à se placer perpendiculairement aux méridiens magnétiques, et même à rapprocher leurs plans de celui de l'équateur magnétique. S'ils sont la cause principale de la distribution des températures, *les pôles magnétiques doivent coïncider avec des pôles du froid, et c'est ce que l'on observe en effet*. On voit que la discussion des observations magnétiques, non seulement met en évidence l'existence et le mode de distribution des systèmes électromagnétiques diurne et annuel, mais fait découvrir aussi, par une suite de déductions très simples, un lien fondamental rattachant les faits de la Météorologie à ceux du Magnétisme terrestre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la reproduction de l'alabandine.* Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Debray.

« Parmi les métaux dont les sels fournissent un sulfure insoluble par l'action du sulfhydrate d'ammoniaque, le manganèse est le *seul* qui ne donne pas trace de sulfure lorsqu'on traite par l'hydrogène sulfuré la solution de ses sels *neutres* à acides minéraux. A 100° et en vase clos, ces solutions saturées à 0° par le gaz sulfhydrique ne se modifient encore pas.

» Mais il n'en est plus ainsi si l'on opère sur certains sels de manganèse à acide organique, l'acide acétique par exemple. Une solution d'acétate de manganèse, même légèrement acidulée par l'acide acétique, précipite abondamment, lorsqu'on la traite à froid par le gaz sulfhydrique. Il se forme le sulfure rose bien connu, qui se transforme, si on le porte à 100° après avoir scellé le vase, en la variété verte assez dense et d'apparence cristalline.

» Cette dernière modification se produit à la longue à froid; mais, comme l'action est extrêmement lente et ne se fait pas d'une manière uniforme

dans toute la masse, les premières particules transformées se trouvent être comme les amorces d'une cristallisation et l'on voit, au bout d'un an ou deux, apparaître de petits cristaux noirâtres qui se développent et se nourrissent peu à peu au milieu du sulfure rose non encore modifié.

» En dissolvant, dans 150^{cc} d'eau, $1^{gr},100$ de sulfate neutre de manganèse, additionné d'un petit excès d'acétate d'ammoniaque et de quelques gouttes d'acide acétique, saturant à 0° par l'hydrogène sulfuré et scellant le vase à la lampe, j'ai pu ainsi obtenir, en abandonnant à la température ambiante de l'enceinte (de $+5°$ à $+35°$) au bout de cinq années, des cristaux octaédriques très nets. Certains avaient des arêtes de $\frac{4}{10}$ à $\frac{5}{10}$ de millimètre.

» Je n'ai pu soumettre *directement* à l'analyse les plus beaux cristaux, vu la petite quantité qui était à ma disposition et que je désirais garder comme spécimen; mais il n'y a aucun doute que ce ne soit l'*alabandine* MnS : car les cristaux avaient tous les caractères extérieurs du minéral [1], forme cristalline, couleur et densité : 4 environ.

» De plus, 1° la composition du sulfure rose de magnanèse est aujourd'hui parfaitement établie, en tant que rapport de poids entre le soufre et le manganèse combinés, et ces cristaux n'en sont qu'une transformation.

» 2° Les parties pulvérulentes séparées des plus beaux cristaux par lévigation et constituées par un mélange de petites quantités de sulfure rose non encore modifié et de poussières cristallines noirâtres ont fourni par l'acide chlorhydrique dilué une solution claire avec dégagement d'acide sulfhydrique sans dépôt de soufre, tandis que la hauërite naturelle MnS^2 par ce traitement donne toujours lieu à un dépôt de soufre, en même temps qu'il se dégage de l'acide sulfhydrique.

» 3° Enfin, dans tout le cours de mes recherches, relatives à l'action de l'hydrogène sulfuré sur les sels des autres métaux, fer, nickel, cobalt, zinc, etc., je n'ai jamais eu dans ces conditions que des monosulfures, ainsi que me l'ont prouvé les diverses analyses des sulfures obtenus sous forme cristalline. »

---

[1] M. Friedel, auquel j'ai soumis l'échantillon, m'a confirmé ces caractères.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des alcaloïdes.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une précédente Communication, j'ai étudié la réaction de la potasse sur la combinaison de l'iodure d'éthyle avec la nicotine (*Comptes rendus*, 21 février 1887), et j'ai montré que cette réaction tendait à rapprocher la nicotine des alcaloïdes pyridiques et dipyridiques. En même temps, je faisais remarquer que la réaction de la potasse sur l'iodométhylate de nicotine établissait mieux encore cette importante relation.

» J'ai opéré avec l'iodure de méthyle et la nicotine, comme j'avais opéré avec l'iodure d'éthyle. La réaction devient vive à une température peu élevée; le produit qui en résulte constitue une masse solide jaune et translucide. Je l'ai dissous à chaud dans l'alcool absolu; la solution alcoolique a été additionnée peu à peu d'une lessive de potasse à 45°. Il s'est produit d'abord une belle coloration rouge rubis, qu'un excès d'alcali a rendue plus foncée. Le tout a été chauffé pendant deux heures et demie au bain-marie.

» La solution alcoolique a été décantée, puis évaporée doucement. Arrivée à un certain degré de concentration, elle tachait la peau en jaune comme l'acide azotique. Je l'ai ensuite évaporée à siccité; le résidu consistait en une masse visqueuse rouge brun foncé. Le lendemain (c'est-à-dire environ quinze heures après), j'ai repris par l'alcool absolu, et une belle fluorescence verdâtre n'a pas tardé à se développer (1). Voici les réactions observées avec cette solution.

» L'addition d'eau ou d'un acide concentré produit un trouble persistant. L'addition de HCl à la liqueur étendue d'eau rétablit la coloration primitive. L'ammoniaque fait virer au rouge sale, que HCl ramène au rouge orangé vif.

» Si l'on ajoute un excès de HCl à la solution alcoolique primitive, et qu'on verse le tout dans une très grande quantité d'eau, on voit bientôt apparaître une magnifique fluorescence verte, rappelant celle de la fluores-

(1) J'ai obtenu un résultat identique, en traitant de la même manière les iodométhylates de plusieurs pyridines et dipyridines (*Bulletin de la Société chimique*, numéro du 5 août 1884). Dans ces expériences la fluorescence des solutions alcooliques se développait au bout de douze à seize heures.

céine. Par transparence, la liqueur est orangée; par réflexion, elle est d'un vert intense.

» Quelques expériences de teinture faites avec la solution alcoolique (acidifiée par HCl) ont montré que la soie et la laine étaient colorées en un jaune dont la nuance se rapprochait beaucoup du jaune d'acide picrique. Mais, en réalité, ni la soie ni la laine n'étaient teintes; le jaune ne résistait pas à un lavage à l'eau un peu prolongé.

» Si l'on considère les différentes phases de la réaction de la potasse sur l'iodométhylate de nicotine, si l'on tient compte du temps au bout duquel est apparue la fluorescence de la solution alcoolique, si l'on examine le mode d'action de l'eau, des acides, des alcalis, etc., on est frappé de ce fait que la nicotine s'est comportée, dans les différents cas, soit comme une pyridine, soit comme une dipyridine.

» Ainsi se trouve confirmée, par une voie nouvelle, la relation de la nicotine avec les séries pyridique et dipyridique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acétylène sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium.* Note de MM. **Raoul Varet** et **G. Vienne**, présentée par M. Berthelot.

« Dans 200gr de benzine cristallisable tenant en suspension 50gr de chlorure d'aluminium anhydre, on a fait passer un courant d'acétylène, pendant dix jours, à raison de cinq heures par jour. Au moment de la mise en marche de l'expérience, on chauffait doucement le ballon; on interrompait ensuite le feu, la masse s'échauffant d'elle-même.

» Les produits de la réaction ont été repris par l'eau, afin d'éliminer le chlorure d'aluminium, l'eau a été décantée et le liquide huileux a été lavé avec une faible lessive de soude, puis agité avec de l'eau; on l'a ensuite soumis à de nombreuses distillations fractionnées. Après plusieurs rectifications sur le chlorure de calcium fondu, on a obtenu les trois portions suivantes :

	Pour 100.
143°-145° liquide à la température ordinaire	80
265-270 liquide à la température ordinaire	15
280-286 solide à la température ordinaire, fusible à 53°	5

» *Cinnamène*. — Le premier produit a été caractérisé comme cinnamène par les propriétés suivantes. L'analyse a donné :

		Théorie.
C...............	92,03	92,31
H...............	7,81	7,69
	99,84	100,00

» La densité de vapeur, prise par le procédé de Dumas, a été trouvée égale à 3,42; la densité théorique est égale à 3,601. Ce liquide fixe le brome à froid en formant le bromure $C^{16}H^8Br^2$. Corps blanc, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther, d'où il cristallise en fines aiguilles transparentes, il fond vers 67° et reste en surfusion jusqu'à 25°, il bout à 200°; il est doué d'une odeur piquante et produit une vive irritation des yeux.

» Avec le chlore, on obtient une huile brune ayant une odeur analogue à celle du bromure; c'est le chlorure $C^{16}H^8Cl^2$ mêlé avec ses dérivés chlorés.

» *Diphényléthane*. — La partie passant entre 265° et 270° et restant liquide à la température ordinaire a été caractérisée comme diphényléthane $C^{28}H^{14}$. L'analyse a donné :

		Théorie.
C...............	91,98	92,31
H...............	8,23	7,69
	100,21	100,00

» La densité de vapeur a été trouvée égale à 6,65. La densité théorique est 6,30.

» *Dibenzyle* $C^{28}H^{14}$. — La portion passant entre 283° et 286° se solidifiait à la température ordinaire. Après plusieurs cristallisations dans l'alcool, nous avons obtenu un corps blanc cristallisé en aiguilles, lequel fond vers 53° et bout à 284°.

» Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. La densité de vapeur a été trouvée égale à 6,60 (densité théorique = 6,30).

» En solution éthérée, il fixe le brome sans dégagement d'acide bromhydrique; en suspension dans l'eau, il y a encore fixation de brome, mais cette fois il y a dégagement d'acide bromhydrique.

» En résumé, lorsque l'on fait agir l'acétylène sur la benzine en présence

du chlorure d'aluminium, les deux réactions suivantes se passent :

$$C^{12}H^{6} + C^{4}H^{2} + Al^{2}Cl^{3} = C^{16}H^{8} + Al^{2}Cl^{3},$$
$$2\,C^{12}H^{6} + C^{4}H^{2} + Al^{2}Cl^{3} = C^{28}H^{14} + Al^{2}Cl^{3}.$$

» La première réaction donne le cinnamène $C^{16}H^{8}$; la seconde donne le diphényléthane et le dibenzyle $C^{28}H^{14}$, qui sont isomères.

» On n'obtient ni hydrure de naphtaline $C^{20}H^{10}$ ni le carbure $C^{24}H^{12}$, corps qui sont intermédiaires entre le cinnamène et les carbures $C^{28}H^{14}$, ce qui montre que la réaction a bien lieu comme nous l'avons indiqué plus haut.

» La formation du cinnamène ou styrolène ainsi obtenue avec le concours du chlorure d'aluminium répond à la synthèse directe de ce carbure au moyen de la benzine et de l'acétylène, réalisée par M. Berthelot ; celle du diphényléthane, à la synthèse pyrogénée de l'anthracène au moyen des mêmes composants. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation des Chlorémiens.* Note de M. **J. Joyeux-Laffuie**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le Chlorème de Dujardin (*Chlorœma Dujardini*) est commun sur les grèves qui avoisinent le laboratoire maritime de Luc-sur-Mer. On le trouve plus particulièrement sur l'Oursin commun (*Toxopneustes lividus*), dans les espaces qui séparent les piquants. Il est fréquent d'observer jusqu'à dix et quinze Chlorèmes sur le même Oursin. Je l'ai aussi recueilli aux basses mers, dans la vase et sous les pierres auxquelles il adhère au moyen de ses soies en crochet; mais, dans ces conditions, la recherche, toujours fort difficile, en est peu fructueuse. J'ai également rencontré quelques individus dans des dragages exécutés au large par 20^{m} de profondeur environ.

» Dans le cours de mes recherches sur cet animal, j'ai pu constater plusieurs particularités anatomiques qui pourront servir à rectifier ou à compléter nos connaissances sur le groupe des Chlorémiens, déjà étudié avec beaucoup de soin par Delle Chiaje, M. Muller, M. de Quatrefages et Claparède.

» Les nombreux prolongements en massue, considérés jadis comme des animalcules parasites et disséminés sur toute la surface du corps, loin d'être constitués à leur intérieur par une substance homogène, comme l'a décrit

Claparède, contrairement à l'opinion de M. de Quatrefages, sont formés par des cellules à paroi et à noyau très nets après coloration. Ces noyaux, désignés sous le nom de *masses granuleuses* par Claparède, qui avait méconnu leur véritable signification, présentent un contour très net et dans leur intérieur un ou plusieurs nucléoles bien apparents à de forts grossissements. Dans le pédicule de la papille, les cellules sont allongées et leur noyau est accolé à la paroi externe. Toute cette petite masse cellulaire, en forme de massue allongée, présente à l'extérieur une mince cuticule qui fait suite à la cuticule de l'épithélium des téguments. Dans quelques papilles, on peut observer dans le centre une partie ayant l'apparence d'un mince filament se rendant jusqu'au renflement terminal. Pour admettre avec Kolliker que ces papilles sont de véritables organes du tact, il faudrait prouver que le mince filament central est un filet nerveux ; cependant leur forme, leur constitution et leur position font que, jusqu'à preuve du contraire, on est en droit de les considérer comme des papilles tactiles.

» On rencontre sur un même animal des papilles à tous les degrés de développement, ce qui permet de se convaincre que la masse cellulaire et la cuticule proviennent de l'épithélium et de la cuticule des téguments.

» Les deux tentacules situés dans l'entonnoir céphalique, creusés à leur face interne d'une gouttière ciliée qui conduit à la bouche, présentent chacun, à l'intérieur, une cavité séparée en deux cavités secondaires par une mince cloison cellulaire se terminant un peu avant d'atteindre l'extrémité de chaque tentacule. Il existe là une disposition qui rappelle ce que l'on observe dans les filaments branchiaux ; cependant les nombreuses anastomoses que l'on observe dans les branchies font défaut, et les deux vaisseaux communiquent à plein canal à l'extrémité de chaque tentacule. Le vaisseau afférent et le vaisseau efférent ont un diamètre en rapport avec le volume du tentacule, mais toujours beaucoup plus considérable que celui des vaisseaux des filaments branchiaux. Cette disposition permet d'admettre que les deux tentacules dans lesquels pénètre le sang viennent en aide aux branchies pour la fonction respiratoire.

» Le nombre des filaments branchiaux varie avec les individus; je l'ai toujours trouvé supérieur au chiffre indiqué par M. de Quatrefages. Il n'est pas rare d'observer jusqu'à vingt paires de filaments branchiaux; cependant, je n'ai jamais constaté le nombre de quarante paires indiqué par Claparède.

» L'œil, placé dans l'entonnoir céphalique, sur la ligne médiane, audessus des deux moitiés de l'appareil respiratoire, a été considéré, à tort,

comme formé par la réunion de deux yeux simples. Il n'en est rien. Il est réellement formé par l'accolement de quatre yeux simples disposés en croix. Chaque œil simple présente un cristallin très net.

» Les sexes sont séparés et portés par des individus différents. Ovaires et testicules occupent une même position et sont surtout bien développés en hiver et au printemps; ce qui explique pourquoi M. de Quatrefages, qui a étudié cet animal pendant l'automne, dit n'avoir « rien vu qui pût » être regardé comme un organe reproducteur ».

» Les ovaires et les testicules, au moment de la reproduction, atteignent une taille considérable par rapport aux autres organes de l'animal. Les uns comme les autres, en général au nombre de cinq paires, se présentent sous forme de petites masses ovoïdes allongées, placées symétriquement de chaque côté du tube digestif dans la région antérieure de l'animal. Elles flottent dans la cavité générale et sont retenues en place seulement par une branche vasculaire provenant du vaisseau ventral. Le petit vaisseau qui se rend ainsi à chaque glande s'y termine en se ramifiant un grand nombre de fois.

» Les ovaires affectent une couleur brun verdâtre; celle des testicules est légèrement rosée. Cette différence de coloration, jointe à la grande transparence des téguments de l'animal, fait que l'on peut facilement distinguer, à simple vue, les individus mâles des individus femelles. »

SYLVICULTURE. — *Variations et équilibre de l'accroissement en forêt. Coupe et contrôle.* Note de M. Gurnaud, présentée par M. P. Duchartre.

« Par une Note précédente, *La lumière, le couvert et l'humus*... (¹), j'ai signalé la corrélation d'accroissement entre les arbres de différents âges qui, à l'état naturel, sont mélangés dans la forêt. De ce fait primordial découlent les principes de la sylviculture. C'est du fait de la coupe, en effet, que résulte le plus ou le moins d'accroissement.

» Quelles que soient les causes de la végétation, l'efficacité en est augmentée ou diminuée par la manière d'exploiter. Elle est suspendue lorsque tous les arbres ont disparu, accidentellement ou par la coupe rase, et son maximum correspond à un état d'équilibre dans le mélange des arbres de différents âges.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 19 janvier 1880.

» Les arbres d'essences et de grosseurs différentes ne s'accroissent ni de la même quantité ni au même taux. L'activité de leur végétation se ressent de la place qu'ils occupent. La coupe modifie leurs relations. Il en résulte des réactions plus ou moins favorables à l'accroissement. Leur vitalité n'en est pas affaiblie, et ces vicissitudes leur font même acquérir des qualités.

» Considérée dans les sujets de faible dimension, l'aptitude des arbres à croître en mélange permet d'avoir un sous-bois. On doit en prévenir l'exagération; mais il développe, jusque dans le voisinage du sol, des parties vertes non moins utiles à la conservation de l'humidité qu'à la dispersion de la lumière dans la forêt. Il s'en dégage des sujets éminemment propres à la futaie. Les arbres ainsi obtenus naturellement sont formés, au centre, de couches ligneuses minces, cornées et imputrescibles, augmentant progressivement d'épaisseur jusqu'au moment où ils atteignent les dimensions de la futaie. Les repeuplements exclusivement artificiels donnent, au contraire, des arbres dont la partie centrale, insuffisamment lignifiée, se compose de couches épaisses, poreuses et putrescibles. Sujets à se piquer au cœur, ils n'ont ni la longévité, ni les qualités des arbres provenant du repeuplement naturel. Très coûteux déjà, les repeuplements artificiels ont encore d'autres inconvénients. Les massifs en bois de même âge qui en proviennent dépérissent prématurément; les insectes et les agarics s'y multiplient et propagent le mal qui les a attirés.

» Les grands arbres donnent plus d'accroissement, mais à un taux moindre que les petits. Comme ils peuvent fournir un matériel à l'hectare beaucoup plus fort, leur effet est d'élever le chiffre du revenu en même temps qu'ils en abaissent le taux. Mais cet abaissement de taux élève le prix de revient du bois et ne doit avoir lieu que dans la mesure nécessaire pour obtenir le maximum de revenu.

» Les arbres de toute dimension sont sujets à des alternatives de croissance. De leur arrangement dans le massif résultent des conditions plus ou moins favorables à la végétation. Une certaine consistance de peuplement peut, à un moment donné, assurer le maximum d'accroissement. A partir de ce moment, l'augmentation de matériel atténue ce maximum. Très faible d'abord, l'atténuation ne s'accentue qu'au bout de quelques années et n'est pas sans compensations. Il suffit de signaler la plus importante au point de vue sylvicole : l'état de gêne résultant de l'accumulation des accroissements annuels, à partir du maximum, n'affaiblit qu'à la longue la vitalité des arbres; pendant un certain temps la force végétative s'accu-

mule en eux, ils acquièrent une énergie vitale qui se manifeste par un accroissement plus fort, lorsque la coupe a rétabli l'équilibre dans la composition du massif.

» La coupe est donc l'exploitation qui doit enlever l'excès de matériel et rétablir périodiquement entre les arbres de différents âges l'état d'équilibre corrélatif au maximum d'accroissement.

» Soient $M, M', M'', \ldots, M^n$ le matériel au début de n années consécutives et $\alpha, \alpha', \alpha'', \ldots, \alpha^n$ le taux correspondant de l'accroissement, on a

$$M' = M + M\alpha + \ldots + M^n = M^{n-1} + M^{n-1}\alpha^{n-1},$$

et la formule de l'accroissement est

$$M^n = M(1+\alpha)(1+\alpha')(1+\alpha'')\ldots(1+\alpha^{n-1}).$$

» Les expressions $M\alpha, M'\alpha', \ldots, M^n\alpha^n$ sont des différences d'inventaires :

$$M\alpha = M' - M - \ldots - M^n\alpha^n = M^n - M^{n-1}.$$

Ces inventaires sont le contrôle. Il se fait par division et consiste dans le mesurage des arbres à $1^m,33$ de hauteur et dans leur classement au calepin par catégories d'essence et de grosseur. On sait ainsi de combien d'arbres le matériel s'est augmenté et par conséquent ce qu'il faut couper, par division, dans chaque catégorie d'essence et de grosseur, pour rétablir l'état d'équilibre corrélatif au maximum d'accroissement. Dans la pratique on coupe moins, autant ou plus que l'accroissement constaté, suivant l'intérêt que l'on peut avoir à augmenter, maintenir ou diminuer le matériel forestier.

» M et α varient. M augmente tandis que α diminue. Ces variations dépendent du nombre et de l'agencement des arbres dans le massif. D'un an à deux, le brin double et même triple de volume : il s'accroît de 100 ou 200 pour 100. Comme substance ligneuse, le matériel qu'il peut représenter à l'hectare est faible; l'accroissement l'est pareillement, mais le taux en est très élevé. Avec l'âge, le matériel et l'accroissement augmentent et le taux diminue. Les brins de même âge croissent inégalement et l'état naturel se constitue par des différences de plus en plus marquées. Tous les arbres dépassant un minimum de grosseur fixé forment la futaie, et le sous-bois se compose des arbres plus faibles. C'est à la futaie que s'applique le contrôle. Il indique de quelle manière les arbres de chaque caté-

gorie ont contribué à la moyenne d'accroissement, et, le taux de cette moyenne étant fixé, dans quelle proportion doivent être réservés les arbres, gros, moyens et petits, pour que le mélange puisse donner immédiatement, ou dans l'avenir le plus prochain, le maximum d'accroissement avec le minimum de matériel en réserve. Alors la coupe équivalente à l'accroissement assure en même temps, dans la futaie le maximum de revenu, et dans le sous-bois le réensemencement naturel d'où se dégagent, avec les qualités requises, les sujets aptes au recrutement de la futaie. Jusqu'à ce moment, ces sujets n'ont rien coûté; comme sous-bois, ils ont contribué à la fertilité; beaucoup ont été exploités et ont donné des produits. Bien que leur âge n'entre pas en compte, il est intéressant de le connaître. Des études que j'ai commencées en 1847, dans les sapinières du Jura, il résulte que, au minimum de grosseur de 1^m de tour à $1^m,33$ de hauteur correspond l'âge de cent ans avec l'exploitation tous les vingt ans, et celui de cinquante ans avec l'exploitation tous les dix ans.

» En résumé, le contrôle en sylviculture est moins une méthode qu'un moyen sûr de juger les méthodes et d'arriver à l'exploitation naturelle. L'incertitude dans l'administration disparaît. La cause de la végétation, quelle qu'elle soit, est une force asservie, et la sylviculture devient une industrie dont on peut prévoir et régler la marche. »

PALÉONTOLOGIE. — *De quelques bois fossiles trouvés dans les terrains quaternaires du bassin parisien.* Note de M. ÉMILE RIVIÈRE.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de recherches faites, avec la collaboration de M. Danguy, sur un certain nombre d'échantillons de bois fossiles trouvés dans les terrains quaternaires du bassin parisien, dans la même couche que les ossements d'animaux, dont j'ai plusieurs fois entretenu l'Académie (¹), bien qu'ils n'appartiennent pas à la même époque géologique, notamment dans les sablières du Perreux (Seine).

» Plusieurs coupes de ces divers échantillons ont été faites pour leur étude microscopique et ont permis de reconnaître trois espèces végétales différentes : *Palmier, Cedroxylon, Taxodium.*

» Voici en quelques mots les résultats de cette étude :

(¹) *Comptes rendus,* 1882 et 1885.

1° *Échantillon* A *de la sablière Cochain* (*Perreux*).

» Cet échantillon est formé par la silicification d'un paquet de racines de palmier. Ces racines, de tailles différentes, sont bien visibles à l'œil nu; les unes ont subi une forte compression, tandis que les autres ont conservé leur forme primitive. Leur structure cellulaire est indistincte; la silice, en cristallisant, a tout détruit et c'est à peine si l'on peut apercevoir sur les coupes placées sous le champ du microscope deux ou trois cellules, et encore celles-ci n'offrent-elles aucun caractère.

» On trouve ces formations dans tous les terrains depuis l'époque où les palmiers ont fait leur apparition sur la terre, et l'on peut encore en voir se former dans les régions tropicales.

» C'est à ces sortes de pétrifications que M. de Saporta avait donné le nom de *Rhizocaulon*.

» Mon échantillon mesure 104^{mm} de longueur sur 121^{mm} de largeur et 53^{mm} d'épaisseur. Il a été trouvé en place le 21 juin 1885.

2° *Échantillon* B *de la sablière Cochain* (*Perreux*).

» *Cedroxylon* Kraus. — Le type *Cedroxylon* comprend des bois à couches concentriques presque toujours distinctes, dont le tissu ligneux se compose d'une seule espèce de cellules à grandes ponctuations aréolées et de rayons médullaires simples et très minces. Il n'y a pas de cellules résinifères. Ce bois offre beaucoup d'analogie avec les bois de *Cedrus* et d'*Abies*.

» L'échantillon que je possède n'est pas très bien conservé, mais tous les caractères sont encore assez évidents pour ne laisser aucun doute sur le genre de conifère auquel il appartient. Trouvé le 25 avril 1885, il mesure 11^{cm} de longueur sur 38^{mm} de largeur. Il est encore incrusté de calcin en certains points.

» On trouve des fragments de *Cedroxylon* depuis le houiller d'Angleterre jusque dans le tertiaire. On le rencontre dans la meulière de Beauce, voire même beaucoup plus bas. M. Danguy l'a trouvé aux environs de Paris, dans les bois de Verrières, à Palaiseau, ainsi que dans les environs d'Étampes.

3° *Échantillons trouvés dans les sablières du Perreux et de Billancourt* (*Seine*).

» *Taxodium* Rich. — Ces échantillons sont assez nombreux; ils semblent se rapporter au genre *Taxodium*. Celui qui a été examiné de préférence, en raison de sa meilleure conservation, et que M. Danguy a

comparé avec un *Taxodium* vivant, présente tous les caractères de ce conifère. Il a été trouvé, le 28 août 1885, dans la sablière Vidue, au Perreux. Il a la forme d'un prisme à quatre pans et mesure 45^{mm} de long sur 11^{mm} d'épaisseur.

» Les éléments du bois fossile sont beaucoup plus grands que ceux du *Taxodium* cultivé au Muséum, ce qui tient certainement à des conditions de milieu. On observe une série de zones d'accroissement inégales entre elles, dont l'épaisseur varie de $0^{mm},5$ à 1^{mm}. Les ponctuations sont très nettes, ainsi qu'on peut le voir sur une coupe radiale. Dans une deuxième coupe, coupe tangentielle longitudinale, on aperçoit nettement la section des rayons médullaires formés de fils de cellules sur un ou plusieurs rangs superposés.

» On distingue facilement le bois qui s'est formé au commencement de la végétation et celui d'automne; le premier présente de larges éléments, à ponctuations aréolées, disposées irrégulièrement sur un ou deux rangs; le second, au contraire, est formé d'éléments plus étroits et sans ponctuation. Les rayons médullaires sont formés de plaques cellulaires, dues à la superposition de lignes de cellules dont le nombre varie de 1 à 8.

» Le genre *Taxodium* est tertiaire; il a été surtout abondant à l'époque miocène.

» Les échantillons que l'on rencontre de temps à autre dans les grandes tourbières de la Suisse ne sont pas silicifiés; leur ancienneté est certainement moindre que celle des pièces que j'ai trouvées dans les sablières du Perreux et de Billancourt. »

M. Delauney adresse, de Saïgon, une Note sur la résistance de l'air aux projectiles.

M. Charles Cros adresse une Note ayant pour titre : « Contribution aux procédés de Photographie céleste ».

M. Aug. Coret adresse une Note sur un procédé magnétique destiné à prévenir les abordages des navires en fer.

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son Doyen, M. *Marey*, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Paul Bert* :

En première ligne	M. Bouchard.
En deuxième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. Brouardel. M. Rouget. M. Sée. M. Villemin.
En troisième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. Cornil. M. Hayem. M. Jaccoud. M. Lancereaux. M. Ch. Richet.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mai 1887.

Théorie du mouvement des corps célestes parcourant des sections coniques autour du Soleil; traduction du « Theoria Motus » de Gauss, *suivie de Notes; par* Edmond Dubois. Paris, Arthus Bertrand; gr. in-8°.

Cours d'Astronomie; par Edmond Dubois. Paris, Arthus Bertrand, 1877; gr. in-8°.

Les passages de Vénus sur le disque solaire. Passage de 1874. *Notions histo-*

riques sur les passages de 1761 *et* 1769; *par* EDMOND DUBOIS. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-18.

Résumé analytique de la théorie des marées telle qu'elle est établie dans la « Mécanique céleste » de Laplace; par EDMOND DUBOIS. Paris, L. Baudoin et Cie, 1885; gr. in-8°.

Cours élémentaire d'Astronomie et de Navigation; par EDMOND DUBOIS. Paris, Arthus Bertrand, 1881; gr. in-8°.

Cours de Navigation et d'Hydrographie; par EDMOND DUBOIS. Paris, Arthus Bertrand; gr. in-8°.

De certaines formes de maladies de poitrine et de leur curabilité par les Eaux-Bonnes; par CAZENAVE DE LA ROCHE. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1887; in-12. (Deux exemplaires.) (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Le furoncle et la furonculose; par le Dr B. LŒWENBERG. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1881; br. in-8°. (Renvoi au concours précédent.)

De la contagion de la transmissibilité de la tuberculose et de l'action nocive du gaz sulfhydrique sur le bacille; par le Dr NIÈPCE. Grenoble, Breynat et Cie, 1886; br. in-8°. (Renvoi au concours précédent.)

L'épidémie de choléra à Audierne (Finistère) en 1885-1886. Mémoire manuscrit par le Dr ÉMILE HÉBERT. (Renvoi au concours du prix Bréant.)

Distribution de la température à la surface du globe. Mémoire manuscrit par JULES GIRARD. (Renvoi au concours du prix Gay.)

ERRATA.

(Séance du 9 mai 1887.)

P. 1303, ligne 10, *au lieu de* peu développés, *lisez* peu développée.
Même page, ligne 14, *au lieu de* mm sur h^1 93°43′, *lisez* mm sur $h^1 = 93°43'$.